

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI**  
**FAKULTA TEXTILNÍ**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI**  
**FAKULTA TEXTILNÍ**

**KVANTIFIKACE ZMĚN STRUKTURY A VLASTNOSTÍ**  
**TEXTILÍ ZPŮSOBENÝCH ÚDRŽBOU**

**THE QUANTIFICATION CHANGES OF STRUCTURE AND**  
**PROPERTIES OF TEXTILES CAUSED TO MAINTENANCE**

**Bc. PAVLA PRAŽÁKOVÁ**  
**KOD/2011/01/3/MS**

**Počet stran: 68**

**Počet příloh: 1**

**Počet obrázků: 18**

**Počet tabulek: 15**

**Počet grafů: 11**

## P r o h l á š e n í

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Datum:

Podpis:

## **Poděkování**

Děkuji touto cestou vedoucímu diplomové práci Ing. Dagmar Machaňové, Ing. Vladimíru Kovačičovi za poskytnuté informace a Doc. Ing. Jakubu Wienerovi, Ph.D. za poskytnuté konzultace, podnětné rady, připomínky, pomoc a ochotu při vypracování diplomové práce.

Ráda bych poděkovala za umožnění práce s přístroji v laboratoři KTM, jmenovitě paní Kopecké a paní Steklé, za jejich odbornou pomoc a ochotu.

Dále bych ráda poděkovala mojí rodině a příteli za podporu při psaní této práce a ve studiích.

**Anotace:**

Diplomová práce kvantifikuje změny struktury a vlastností textilií způsobené údržbou.

Práce se zabývá vlastnostmi přírodních textilních materiálů a materiálů vyrobených z přírodních polymerů.

Cílem práce je sledovat změny parametrů textilií při kontaktu s vodou. Analyzuje průběh změny tloušťky plošné textilie po zbobtnání ve vodní lázni, po usušení a také srážení plošné textilie v mokré i suchém stavu. Práce dále analyzuje, zda má bobtnání vliv na srážení a mačkovost plošné textilie při různých druzích vodních lázní.

**Annotation:**

The thesis observes changes in the structure and properties of textiles caused by maintenance.

The work deals with the properties of natural textiles and materials produced from natural polymers.

The aim of this work is observation of characteristic changes of the textiles in the water. In this work are analyzed the changes of the thickness of the fabrics swelling in a water bath, shrinkage of fabrics in the wet and dry conditions. It also analyzed whether the swelling effect on the shrinkage and shrinkage fabrics in various types of water baths.

**Klíčová slova:**

Struktura

Plošná textilie

Přírodní materiál

Přírodní polymer

Tloušťka

Bobtnavost

Srážení

Údržba textilií

Praní

Sušení

**Key words:**

Structure

Fabrics

Natural material

Natural polymer

Thickness

Swelling

Shrinkage

Textile maintenance

Washing

Drying

<b>1</b>	<b>Úvod .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Přírodní vlákna.....</b>	<b>2</b>
2.1	Rostlinná vlákna.....	4
2.1.1	Celulóza .....	4
2.2	Bavlna .....	7
2.2.1	Bavlník.....	7
2.2.2	Růst bavlny .....	8
2.2.3	Zralost vláken .....	8
2.2.4	Morfologie bavlněného vlákna .....	8
2.2.5	Chemické složení bavlněného vlákna.....	9
2.2.6	Vlastnosti bavlněných vláken .....	9
2.3	Len.....	9
2.3.1	Druhy lnu .....	10
2.3.2	Pěstování lnu.....	10
2.3.3	Sklizeň lnu .....	10
2.3.4	Morfologie lněného vlákna.....	10
2.3.5	Chemické složení lněného vlákna.....	11
2.3.6	Vlastnosti lněného vlákna.....	11
<b>3</b>	<b>Vlákna z přírodních polymerů .....</b>	<b>11</b>
3.1	Vlákna na bázi celulózy .....	11
3.2	Viskózová vlákna .....	12
3.2.1	Výroba viskózových vláken.....	12
3.2.2	Typy viskózových vláken .....	13
3.2.3	Vlastnosti viskózových vláken .....	13
3.3	Lyocellová vlákna .....	13
3.3.1	Výroba Lyocellových vláken.....	14
3.3.2	Vlastnosti Lyocellových vláken.....	14
<b>4</b>	<b>Rozdělení vlastností vláken.....</b>	<b>14</b>
4.1	Jemnost vláken .....	15
4.2	Délka vláken.....	15
4.3	Příčný řez vláken.....	16
4.4	Bobtnavost vláken .....	16

4.5	Chemická odolnost vláken .....	17
<b>5</b>	<b>Plošná textilie .....</b>	<b>18</b>
5.1	Vlastnosti plošné textilie .....	18
5.1.1	Konstrukční parametry plošné textilie .....	18
5.1.2	Mechanické vlastnosti plošné textilie .....	21
5.1.3	Stálosti a odolnosti plošné textilie .....	21
5.1.4	Fyziologické vlastnosti plošné textilie.....	23
<b>6</b>	<b>Domácí údržba.....</b>	<b>24</b>
6.1	Praní textilních výrobků .....	24
6.1.1	Praní nečistot.....	24
6.1.2	Účinnost praní.....	26
6.1.3	Prací prostředky .....	27
6.1.4	Rozdělení pracích prostředků .....	29
6.1.5	Dávkování pracích prostředků .....	29
6.2	Sušení textilních materiálů .....	30
6.2.1	Odvodňování ždímáním.....	30
6.2.2	Odvodňování odstřed'ováním .....	30
<b>7</b>	<b>Experimentální část.....</b>	<b>32</b>
7.1	Druhy roztoků .....	32
7.2	Charakteristika měřených vzorků .....	33
7.2.1	Plošná hmotnost měřených vzorků .....	33
7.2.2	Dostava měřených vzorků .....	34
7.2.3	Vazba měřených vzorků .....	35
7.3	Tloušťka plošných textilií .....	35
7.3.1	Tloušťka původních měřených vzorků .....	36
7.3.2	Tloušťka měřených vzorků při změně teplot a pH roztoku .....	37
7.3.3	Tloušťka měřených vzorků v různých časech .....	40
7.3.4	Tloušťka měřených vzorků v různých koncentracích NaCl .....	42
7.3.5	Tloušťka měřených vzorků po jejich usušení .....	44
7.4	Srážení plošných textilií.....	45
7.4.1	Srážení bavlny I. a lyocellu.....	46
7.5	Mačkavost plošných textilií .....	48
7.5.1	Mačkavost bavlny I. a Lyocellu.....	49
<b>8</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>52</b>



<b>9</b>	<b>Seznam použité literatury .....</b>	<b>54</b>
<b>10</b>	<b>Seznam obrázků.....</b>	<b>57</b>
<b>11</b>	<b>Seznam tabulek .....</b>	<b>58</b>
<b>12</b>	<b>Seznam grafů .....</b>	<b>59</b>
<b>13</b>	<b>Příloha .....</b>	<b>60</b>

### **Seznam použitých zkratk:**

**aj.** a jiné

**tzv.** tak zvané

**Obr.** obrázek

**např.** například

**resp.** respektive

**cca.** přibližně

**viz.** odkaz

**tj.** to je

**Tab.** tabulka

**mm** milimetr

**cm** centimetr

**m** metr

**tex** jednotka jemnosti

**dtex** deci tex

**nm** nanometr

**μm** mikrometr

**cN** centimetr

**g** gram

**kg** kilogram

**km** kilometr

**T** Jemnost

**min** minuty

**°C** stupeň Celsia

**NaCl** chlorid sodný

**C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub>** polysacharid

**NaOH** hydroxid sodný

**H<sub>2</sub>O** voda

**Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>** uhličitan sodný (soda)

**HWM** (HIGH WET MODULUS)

**PAL** povrchově aktivní látky

**S** plocha

**m** hmotnost

**ρ** měrná hmotnost (hustota)

**l** délka

**V<sub>s</sub>** objem suchého vlákna

**V<sub>v</sub>** objem sorbované vody

**V<sub>m</sub>** objem mokrého vlákna

**B** bobtnavost

**p<sub>s</sub>** plošná hmotnost

**Do** dostava osnovy

**Du** dostava útku

**n** počet nití na měřenou délku

**ρ** pórovitost

**ρ<sub>VLK</sub>** měrná hmotnost vláken

**ρ<sub>v</sub>** objemová měrná hmotnost plošné textilie

**S** sráživost

**l<sub>o</sub>** původní rozměr

**l<sub>s</sub>** rozměr změřený po námáhání

## 1 Úvod

Údržba textilií je velkou součástí lidské potřeby. Pod tímto pojmem se rozumí odstranění nečistot z textilie praním. Praní je delší a mnohem náročnější proces, než jsou naše představy. Textilní materiál je při praní vystaven mechanickým vlivům a některé z nich mohou mít na praný materiál trvalejší následky. Po praní textilního materiálu následuje jejich samotné sušení nebo pomocí jiných tepelných zdrojů, jako sušení v páře, aj.

V této práci je popsán vliv údržby textilií na strukturu a vlastnosti dané textilie. První část práce se zabývá shrnutím základních informací o textilních materiálech, jako je druh vlákna, zvolená vazba a vlastnosti textilie.

Pro tuto práci jsou důležité vlastnosti vláken a to jemnost vláken, délka vláken, tvar příčného řezu vláken a chemická odolnost textilních vláken. Na tyto vlastnosti má vliv druh zvolené údržby.

Druhá část práce je experimentální, kde byly vybrány plošné textilie z přírodního materiálu. Bavlněné plošné textilie o třech různých plošných hmotnostech, len o jedné plošné hmotnosti a plošná textilií vyrobená chemicky pomocí přírodních polymerů. Viskóзовé plošné textilie o třech plošných hmotnostech a Lyocell o jedné plošné hmotnosti.

Vzorky byly postupně smáčeny v roztocích se změnou pH, teploty, času a různé koncentrace NaCl. Po provedení smáčení je zjišťována tloušťka vzorku. Po usušení je zjištěno procento srážení vzorků. Dále byla měřena mačkavost a to metodou úhlu zotavení.

V průběhu experimentu byl zjišťován vliv těchto lázní na změnu struktury a vlastností daných vzorků.

## 2 Přírodní vlákna

Vlákno je délková textilie, látkově homogenní, velmi jemná, tenká (pod 0,1 mm), ohebná, pružná a může mít různý původ, různé profily a délky. Vlákno je základní stavební jednotkou všech textilií.

Vlákna, která se používají v textilních technologiích, se nazývají textilní vlákna. Celulózová vlákna lze rozdělit na vlákna přírodní a chemická. Chemická vlákna lze rozdělit na vlákna z regenerované celulózy a na vlákna z esterů celulózy. Přírodní vlákna celulózová zahrnují mnoho druhů vláken a lze je rozdělit podle původu:

Vlákna ze semen:

- Bavlna
- Kapok

Lýková vlákna ze stonků:

- Len
- Konopí
- Juta
- Ramie
- Kenaf
- Sunn – hnědé konopí

Vlákna z listů:

- Sisal
- Henequen
- Abaka – banánová vlákna
- Novozélandský len

Vlákna z plodů:

- Kokos

Živočišná vlákna získáváme ze srsti obratlovců, jedná se především o různé druhy vlny a přírodní hedvábí.

- Vlna
- Vlna mohérová
- Vlna kašmírová
- Vlna velbloudí
- Vlna lamí
- Vlna alpaková

- Vlna vikuní
- Vlna nanuková
- Vlna angorská
- Vlna králičí
- Přírodní hedvábí
- Plané hedvábí

Chemická vlákna rozdělujeme na vlákna z přírodního polymeru a na vlákna ze syntetického polymeru.

Chemická vlákna z přírodních polymerů:

- Viskóza
- Modal
- Měďnaté vlákno
- Acetát
- Triacetát
- Lyocell
- Alginátová vlákna

Chemická vlákna ze syntetických polymerů:

- Polyamid
- Aramid
- Polyester
- Polyethylentereftalát
- Polyakrylonitril
- Modakryl
- Polyethylen
- Polypropylen
- Polyvinylalkohol
- Polyvinylacetát
- Polyvinylchlorid
- polyvinylidenchlorid
- Polyuretan
- Elastan
- Polytetrafluorethylen

[1], [26]

## 2.1 Rostlinná vlákna

Rostlinná vlákna se skládají z různých forem celulózy, materiálu, z něhož jsou vytvořeny buněčné stěny rostlin.

Vlákna na bázi celulózy se rozdělují:

- Regenerovaná celulóza – mezi tyto vlákna patří především viskózová vlákna, Lyocellová vlákna a vlákna měďnato amoniakální
- Deriváty celulózy – acetátová vlákna, nitrátová vlákna

Vlákna na bázi dalších přírodních polymerů:

- Bílkoviny – mezi tyto bílkoviny patří přírodní bílkoviny (sojová, kukuřičná, z podzemnice olejné) a živočišné bílkoviny (kasein, keratin z odpadů vlny, fibroin z odpadů přírodního hedvábí)
- Alginátová vlákna (mořské řasy) a chitinová vlákna (škeble, skořápky raků, garnátů a dalších vodních živočichů)

[1], [13]

### 2.1.1 Celulóza

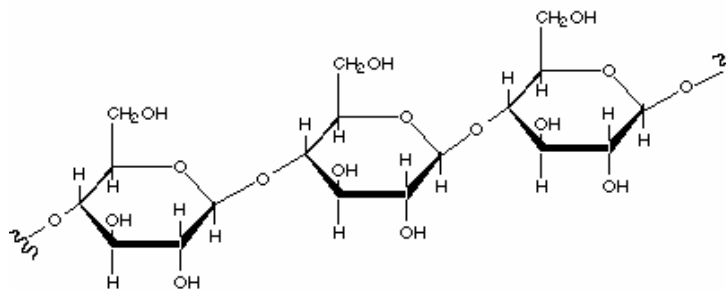
Celulóza je vysokomolekulární látka, která se vyskytuje ve velkém množství, protože tvoří velkou část celého rostlinného světa. Celulóza tvoří vlákna, skládající se z opakujících se jednotek monomerů glukózy. Starším názvem celulózy je buničina. Celulóza vytváří v rostlině buněčnou stěnu a tím se také odvodil novější název (cellula=buňka). Celulóza je polysacharid  $(C_6H_{10}O_5)_n$ , jehož základní stavební jednotkou je  $\beta$ -glukopyranóza ( $\beta$ -glukóza). Glukózový článek má cyklickou stavbu a má tři OH – skupiny, ale otevřená forma řetězce by musela mít čtyři volné OH – skupiny. Jednotlivé glukózové jednotky jsou spojené do polymeru 1,4-glykosidickými vazbami a tvoří dlouhé, nerozvětvené řetězce, které jsou zcela nerozpustné ve vodě.

Celulóza je hlavní stavební látkou rostlinných primárních buněčných stěn a spolu s ligninem se podílí na stavbě sekundárních buněčných stěn. [1], [2], [13]

#### 2.1.1.1 Molekulová struktura řetězců celulózy

Struktura celulózy je vytvářena nerozvětvenými řetězci. Dlouhé nevětvené polymery celulózy v buněčných stěnách rostlin vytváří vyšší struktury – tzv. mikrofibrily, to jsou v tahu velmi pevná vlákna složená z mnoha molekul celulózy spojených vodíkovými můstky. Vodíkové můstky jsou důležitou vazbou mezi molekulami celulózy. Vodíkových můstků lze vytvořit velké množství a jejich vznik je snadný. K vytvoření

vodíkových můstků je potřeba, aby se atomy kyslíku a vodíku přiblížily na vzdálenost menší než 0,3 nm. Strukturní vzorec celulózy je znázorněn na Obr.1.



Obr.1 Strukturní vzorec celulózy

[16]

#### 2.1.1.2 Nadmolekulové uspořádání celulózy

Celulóza má složitou strukturu a také se změnil dřívější pojem „micela“. Micela nemá přesně ohraničený povrch, ale je to jen místní prostorové uspořádání makromolekulárních řetězců a toto místní uspořádání vykazuje krystalovou mřížku, kde vzdálenost mezi řetězci je minimální a zato jsou maximálně vyvinuty mezimolekulární vazby. Celulóza se neskládá jen z micel, tedy krystalických oblastí, ale i z oblastí amorfních, kde mezimolekulární vazby nejsou plně vyvinuty a celulóza je schopna určitých reakcí. Jeden dlouhý řetězec makromolekuly celulózy může procházet různými oblastmi, jak krystalickými, tak amorfními. Konce řetězce na sebe navazují vždy v krystalické oblasti, celulóza se tedy chová jako jeden nepřetržitý řetězec. Krystalická oblast je nositelem pevnosti a nízké chemické reaktivity a amorfní oblast je nositelem ohebnosti, elasticity, měkkosti a chemické aktivity.

Celulóza představuje dvoufázový systém, obsahuje krystalické a amorfní oblasti. Přírodní celulóza má krystalickou stavbu a micela má i amorfní část tvořenou stejnými makromolekulami, které tvoří část krystalickou.

Hydroxylové skupiny ve vodíkových můstcích nejsou schopné za určitých podmínek jako je například nízká teplota hydratovat vodu, na rozdíl od OH- skupin, které se hydratují snadno. Mírnou esterifikací (např. acetylace) získává celulóza vyšší schopnost hydratovat se vodou, tedy bobtnat.

Sorpce vody celulóзой je způsobena pronikáním molekul vody do amorfních oblastí celulózy až k povrchu micel, přitom nastává solvatace volných hydroxylových skupin



celulózy molekulami vody. Solvatací volných hydroxylových skupin se oddálí sousední řetězce makromolekul a uvolní se další OH – skupiny celulózy čímž se zvětší objem a mluvíme o bobtnání. Oddělení makromolekul nastane pouze ve směru kolmém na makromolekulu a jen málo se projeví ve směru podélném k makromolekule. Solvatace se mohou zúčastnit i další molekuly vody a tím se zvětší hydratační obal a další bobtnání.

Pokud bobtnání nastane v celé oblasti celulózy tedy i v krystalických částech celulózy za uvolnění všech makromolekul nastává rozpouštění celulózy. [16]

### 2.1.1.3 Reakce celulózy

Celulóza je látka málo reaktivní. Je to dáno jejím chemickým složením, ale hlavně její strukturou. Největší význam mají reakce, při nichž dochází ke snížení pevnosti celulózových vláken a také reakce, které mohou negativně ovlivnit zpracovatelské a užité vlastnosti celulózových materiálů. Tyto reakce probíhají snadněji, pokud je celulóza ve zbobtnalém stavu.

Působením *minerálních kyselin* dochází k hydrolytickému štěpení celulózy. Hydrolýzou vznikají štěpné produkty, které se nazývají hydrocelulóza. Přerušením řetězce dochází k poklesu pevnosti.

Celulóza je velmi citlivá vůči *oxidačním činidlům*. Vznikají tím produkty označující se oxycelulóza a její vznik souvisí se zkracováním celulózového řetězce a to způsobuje snížení pevnosti bavlněného vlákna.

Působením *alkálií* na celulózová vlákna dochází k fyzikálně-chemickým změnám. Vlákně nejprve zbobtná a přeruší se vodíkové můstky a tím se změní tvarové a mechanické vlastnosti. [13]

### 2.1.1.4 Využití celulózy

Celulóza se pro komerční účely izoluje ze dřeva odstraněním ostatních složek (lignin, hemicelulóza, oleje, aj.). Celulózové vlákno se používá v papírenském a textilním průmyslu. Celulóza je hlavní složkou papíru a rostlinných vláken z bavlny, lnu a konopí. Jejím derivátem jsou umělá vlákna, jako je acetát celulózy nebo viskóza. [17]

## 2.2 Bavlna

Bavlna je nejznámější ze všech plodin pěstovaných pro výrobu textilního vlákna a patří mezi celulózová vlákna přírodního původu. Bavlněná vlákna se získávají z tobolek slézovité rostliny bavlníku *Gossypium*. [1], [17]

### 2.2.1 Bavlník

Jedná se o rostlinu z čeledi slézovitých, jsou to jednoleté či víceleté tropické nebo subtropické rostliny. Keře jsou podle druhu 1,5-3 m vysoké, jeho listy jsou 3-5 laločnaté a květy (podle druhu) jsou bílé, mírně nažloutlé nebo narůžovělé. Po odkvětu se vytvoří malé tobolky o velikosti vlašského ořechu, ve kterém je 3-8 semen o velikosti pepřové kuličky, které obrůstají vlákny. Při dozrávání tobolky pukají a chomáčky dobře vzrostlých vláken se derou ven. Bavlna se sklízí ručně či strojově. [17]



[17]

Obr.2 Bavlník

#### 2.2.1.1 Druhy bavlníku

Bavlník černosemenný – dlouhoválkenná, snadno oddělitelná bavlněná vlákna

Bavlník zelenosemenný – kromě vláken obsahuje nespřadatelný porost – linters (vlákna kratší než 10 mm)

Šlechtitelské cíle – délka, jemnost, pevnost vlákna, barva

- Bavlník srstnatý – dvouletý keř, zelenosemenný se světle žlutými resp. bílými květy, poskytuje velké výtěžky a je odolný vůči degradaci, pochází z Mexika, délka vláken je 25-35 mm, příčný rozměr je 12-17  $\mu\text{m}$
- *Gossypium Barbadense* – pima bavlny, pochází z ostrova Barbados, je to jednoletá bylina se žlutými květy, vysoká 80-150 cm, černosemenný, ušlechtilý, krémové barvy, délka vláken je 26-65 mm a příčný rozměr je 10-15  $\mu\text{m}$

- Bavlíník stromový – tmavě červené květy, v Indii je považován za svatý strom, délka vláken je kolem 38 mm
- Bavlíník bylinný – pěstuje se v Egyptě a v jižní Evropě, délka vláken se pohybuje kolem 25-35 mm [1], [13]

### 2.2.2 Růst bavlny

Semena bavlníku klíčí po týdnu od zasetí, po 40-60 dnech je postupné nasazování poupat, tedy postupné dozrávání. Za 20-30 dní začíná rozkvétání poupat a za 45-70 dní po odpadnutí květů začíná růst tobolky a vláken bavlny. Tobolka se skládá z 3-5 pouzder a v každém pouzdru je přibližně 20 semen a semena jsou obrostlá vlákny. Růst vláken – 13-20 dní začíná růst primární stěny a za 25-40 dní sekundární stěna. [17]

### 2.2.3 Zralost vláken

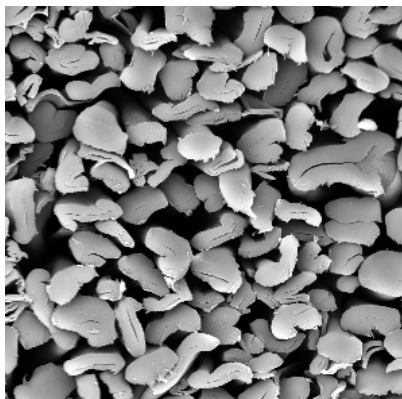
Vlákna bavlny mohou být různě zralá. Jejich zralost se projevuje na kvalitě a tloušťce sekundární stěny. U nezralých vláken je pouze primární stěna a nitkovitý lumen, u částečně zralých vláken je slabá sekundární stěna a nízká konvoluce a u zralé bavlny je tlustá sekundární stěna, lumen a pravidelná konvoluce. Zralost bavlny se může určit bobtnáním v louhu, nebo barvicími zkouškami, mikroskopicky, aj. [13], [17]

### 2.2.4 Morfologie bavlněného vlákna

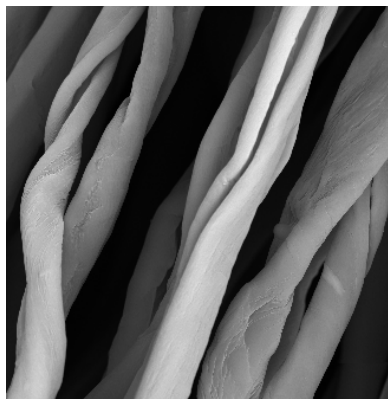
Bavlněné vlákno je před vysušením válcovitého tvaru. Po vysušení bavlněného vlákna se mění jeho válcovitý tvar na vlákno s ledvinovitým průřezem (Obr.3). Podobá se tenké stužce se zesílenými okraji, mírně stočená do šroubovice kolem své podélné osy (Obr.4). Povrch vlákna tvoří tenká primární stěna, zvaná *kutikula*, pod níž se vytváří po vrstvách (lamelách) sekundární *celulózová stěna*.

Jednotlivé vrstvy sekundární stěny jsou tvořeny z fibril, které svírají s osou vlákna úhel  $40\div 50^\circ$ . Na povrchu primární stěny je uložena tenká voskovitá a pektinová vrstva.

[1], [13], [19]



Obr.3 Příčný řez



Obr.4 Podélný pohled [18]

### 2.2.5 Chemické složení bavlněného vlákna

Složení bavlněného vlákna je různé podle druhu, zralosti, půdních a povětrnostních podmínek. Bavlna obsahuje 87÷92 % celulózy, 1÷2,8 % bílkovin, 0,4÷1,2 % pektinů, dále pak minerální látky 1÷1,8 %, tuky a vosky 0,4÷0,8 %, stopy pigmentů přírodních barviv a 6÷8,5 % hygroskopické vlhkosti.

Bílkoviny jsou tvořeny jednoduchými nízkomolekulárními peptidy. Pektiny jsou látky, jejichž základem je pektinová kyselina. Tuky a vosky jsou tvořeny vyššími mastnými kyselinami a alkoholy, z části jejich estery. Minerální látky jsou obsaženy ve formě solí. Přírodní barviva jsou přítomna ve formě nerozpustných pigmentů. [1], [13], [24]

### 2.2.6 Vlastnosti bavlněných vláken

Jemnost vláken se pohybuje od 1 do 4 dtex. Pevnost vláken rozlišujeme za sucha 2-5 cN/dtex a za mokra 100-120% pevnosti za sucha. Mercerací se pevnost zvyšuje. Tažnost vláken za sucha je 6-10% a za mokra se tažnost pohybuje 100-110% tažnosti suché. Navlhavost při standardních podmínkách (65% RH) je 7,5% a ve vlhké atmosféře (95% RH) je 24-27%. [1], [13]

## 2.3 Len

Lněné vlákno je jedním z nejdéle známých textilních materiálů. Získává se z rostliny *Linum sativum*. Len setý je jednoletá bylina z rodu len, čeledi Inovité, pěstována pro lněná vlákna pro olejnatá semena. Patří mezi vlákna lýková a skládají se z řady elementárních vláken. Len dorůstá výšky asi 1,2 m, jeho květy jsou světlé modré (Obr.5). Květ má pět kališních a korunních lístků a plodem je pětipouzdrá tobolka.

[1], [13], [17]



Obr.5 Len

[17]

### 2.3.1 Druhy lnu

Len přádní – jednoletá rostlina, která dorůstá výšky 90-130 cm a pěstuje se v Evropských zemích, Asie, Amerika.

Len olejno-přádní – jedná se o nižší rostlinu a má více rozvětvené okvěti.

Len olejný – je to nízká rostlina a má velmi rozvětvené okvěti. [1]

### 2.3.2 Pěstování lnu

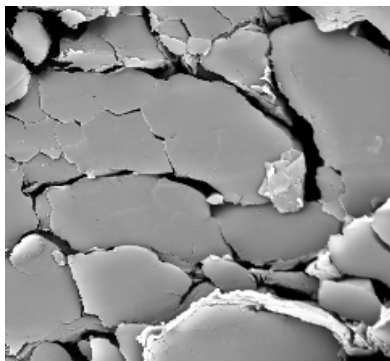
Počáteční růst probíhá klíčením a následný růst „stromečku“. Následuje rychlý růst stonku a to během 12-18 dní. Poté probíhá kvetení a to během 3-5 dní a zrání během 35 dní. [1]

### 2.3.3 Sklizeň lnu

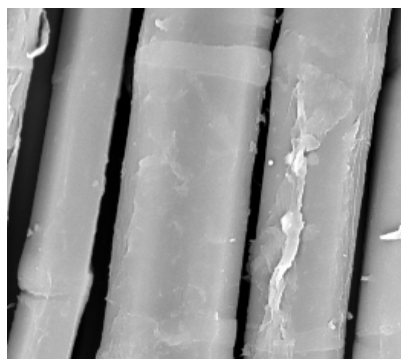
U lnu jsou čtyři stupně zralosti a poznává se dle barvy stonku rostliny. Při zelené zralosti jsou vlákna hebká, jemná, málo pevná s malou výtěžností. Nejlepší vlákna získáváme při rané žluté zralosti. U žluté zralosti získáme málo dlouhých vláken a u plné (hnědé) zralosti máme drsná lámavá vlákna. [1]

### 2.3.4 Morfologie lněného vlákna

Délka vlákna se pohybuje v rozmezí od 15-40 mm. Tloušťka vlákna je od 10 do 30  $\mu\text{m}$ . Příčný řez je pětiboký i sedmiboký, ostré špičky (Obr.6). Při podélném pohledu jsou viditelná kolénka (Obr.7). Struktura vlákna se skládá z vnější spojovací blány (povlak), primární stěny, sekundární stěny, terciální stěny a lumenu. [1], [13]



Obr.6 Příčný řez



Obr.7 Podélný pohled

[18]

### 2.3.5 Chemické složení lněného vlákna

Podstatou lýkových vláken je celulóza, která je prostoupena značným množstvím necelulózových látek. Jedná se o hemicelulózy  $15\div 20\%$ , lignin  $0,8\div 5,5\%$ , pektiny  $0,4\div 4,5\%$ , pryskyřičné látky, tuky a vosky  $2\div 4\%$ , dusíkaté látky  $0,4\div 3\%$  a minerální látky a to jsou popeloviny  $0,5\div 3\%$ . Množství celulózy je menší než u bavlny, obsah celulózy se pohybuje v rozmezí  $70\div 80\%$ . Její množství závisí na původu vlákna, jeho zpracování, při kterém jsou odstraňovány necelulózové části lněného stonku. Množství těchto látek je  $20\div 30\%$ . [1], [13]

### 2.3.6 Vlastnosti lněného vlákna

Lněná vlákna jsou relativně velmi pevná  $5-8 \text{ cN/dtex}$ . Pevnost za mokra je  $120\%$  pevnosti za sucha. Tažnost za sucha činí  $1,8\%$  a za mokra  $2,2\%$ . Vlákná jsou málo pružná, hladká, lesklá. Omak mají studený a dobře vodí teplo. Jsou silně navlhavá a vůči chemikáliím se chovají podobně jako bavlna. [1], [13]

## 3 Vlákná z přírodních polymerů

Vlákná z přírodních polymerů jsou vlákna vytvořena uměle, ale z přírodních polymerů, resp. modifikací přírodních polymerů. Délka vláken a tvar příčného řezu lze u těchto vláken záměrně měnit ve fázi jejich výroby.

### 3.1 Vlákná na bázi celulózy

*Přírodní celulóza* má velký počet vodíkových můstků. Má velký obsah krystalického podílu. Vyznačuje se sníženou chemickou reaktivitou, sorpcí, bobtnáním, horší barvitelností a rozpustností. Naopak má vysokou pevnost a specifickou hmotnost. *Regenerovaná celulóza* má volnější uspořádání makromolekul, molekuly mají menší

stupeň asymetrie a jsou spojeny menším počtem vodíkových můstků. Oproti přírodní celulóze je reaktivní, snadno rozpustitelná, má větší sorpci a bobtnání a snadněji se barví. Její vlastnosti však závisí na podmínkách přípravy a také na množství rozrušení její přírodní struktury.

Způsob přípravy regenerované celulózy se rozděluje:

- Vysrážení roztoků
- Rozložení derivátů celulózy (alkalicelulóza, esterů nebo éterů celulózy)
- Mechanické rozdrcení přírodní celulózy (mletí)
- Hydrolýza silnými kyselinami

Z regenerované celulózy jsou známá zejména viskózová vlákna, Lyocellová a měďnato-amonná vlákna. Z derivátu celulózy pak vznikají např. acetátová vlákna, triacetátová a nitrátová vlákna. Surovinou těchto chemických vláken z regenerované celulózy je celulóza vyráběná především z piniového, smrkového a bukového dřeva. Obsah  $\alpha$ -celulózy musí být minimálně 88 %. Obsah nečistot nesmí překročit 12 %. [13], [16]

### **3.2 Viskózová vlákna**

Základní surovinou pro výrobu viskózového vlákna je přírodní polymer, tedy organická sloučenina s molekulovým řetězcem. Viskóza se získává regenerací celulózy. Podíl celulózy ve viskózovém vlákne činí 80 %. [1]

#### **3.2.1 Výroba viskózových vláken**

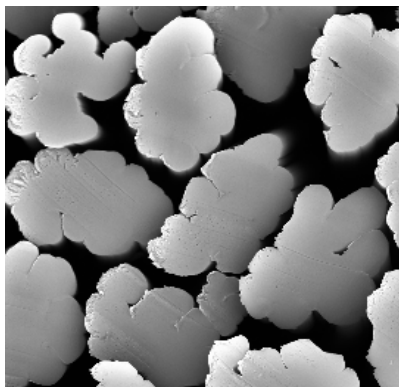
Surovinou pro výrobu těchto vláken je dřevo smrkové nebo bukové s obsahem cca. 88%  $\alpha$ -celulózy. Výroba může být buď kontinuální či diskontinuální. Dřevo se převádí na celulóзовou drť (štěpy, mletí).

Působením hydroxidu sodného na celulózu vznikne alkaliceelulóza, ta se sulfiduje sirouhlíkem a vzniká xantogenát celulózy. Xanthogenát se rozpouští v hydroxidu sodném a tím vzniká viskóza.

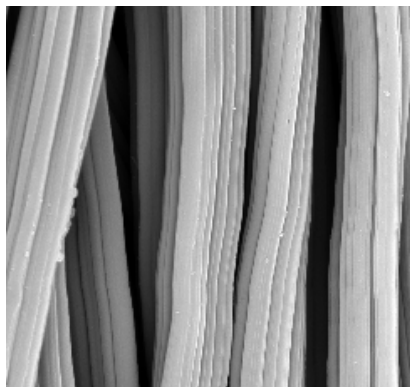
Po zrání a filtraci se viskóza zvlákňuje v lázni z kyseliny sírové a síranu zinečnatého, tím se uvolňuje sirouhlík a vzniká celulóza viskózového vlákna.

Odtahem vlákna od zvlákňovacích trysek nastává uvnitř vlákna podtlak a tím dochází ke zborcení původního kruhového průřezu vláken na obláčkovitý tvar (Obr.8 a 9).

Současně se zvlákňováním dochází i k dloužení, při kterém dochází k růstu orientace a pevnosti vláken. [1], [13], [17]



Obr.8 Příčný řez



Obr.9 Podélný pohled [18]

### 3.2.2 Typy viskózových vláken

Viskózová vlákna se podle různých modifikací výrobní technologie rozdělují na normální a speciální typy. Normální typ je vyroben z regenerované celulózy klasickým výrobním postupem a tím jsou klasická viskózová vlákna. Speciální typy jsou vyrobeny modifikovaným způsobem výroby a to z upraveného roztoku viskózy. Mezi speciální typy zahrnujeme vysocepevná viskózová vlákna, modálová vlákna, polynozická a HWM vlákna. [13]

### 3.2.3 Vlastnosti viskózových vláken

Obyčejné viskózní vlákno dosahuje v suchém stavu jen asi 80-90 % pevnosti bavlny a za mokra klesá na polovinu vlastní hodnoty. Modifikované druhy viskózy se vyrábí až s dvojnásobnou pevností oproti bavlně a ta klesá v mokrému stavu jen asi 25 %. Navlhavost viskózových vláken je 11-13 %. Vlákna jsou velice citlivá na působení vody, vlákna silně bobtnají ve vodě. [1], [13]

### 3.3 Lyocellová vlákna

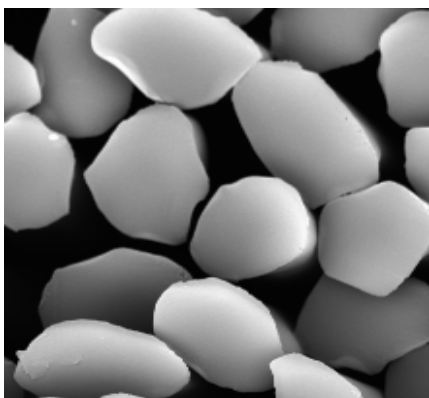
V roce 1939 publikoval Graenache možnost rozpouštění až 10 % celulózy v terciálních aminosolích. Po dvaceti letech patentoval Johnson rozpouštědlový systém na bázi N-metylmorfolinu-N oxidu (NMMO). V důsledku silného dipólu N-O je možné fyzikální rozpouštění ve vodném roztoku.

Lyocell je označován jako vlákno nové generace, jde o přírodní produkt a získává se z bukové nebo dobové celulózy (z dřevní hmoty) ekologickým způsobem. [13], [17]

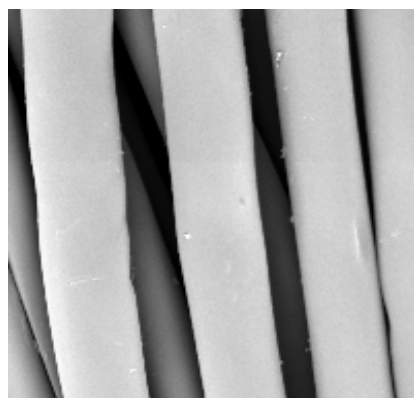


### 3.3.1 Výroba Lyocellových vláken

Nejprve je příprava homogenního koncentrovaného roztoku celulózy ve směsi voda NMMO (8-20% celulózy, 75-80 % NMMO a 5-12 % vody). Následuje vytlačování přes vzdušnou mezeru do srážecí lázně při 90-120°C. Ve srážecí lázni dochází ke koagulaci a dloužení. Poté dochází k praní, sušení vláken a rekuperaci NMMO ze srážecí a prací lázně. [1]



Obr.10 Příčný řez



Obr.11 Podélný pohled [18]

### 3.3.2 Vlastnosti Lyocellových vláken

S porovnáním s viskóзовými vlákny mají Lyocellová vlákna vyšší pevnost za sucha i za mokra. Tažnost mají nižší za sucha i za mokra. Při výrobě se díky speciální technologii z povrchu vlákna štěpí jemné fibrily, které zajišťují materiálům s využitím Lyocellu příjemný omak. [13], [17]

## 4 Rozdělení vlastností vláken

Vlastnosti vláken souvisejí s chemickým složením a se způsobem jejich výroby. Vlastnosti rozdělujeme:

- Geometrické vlastnosti – délka, jemnost a tvar příčného řezu
- Mechanické vlastnosti – pevnost, tažnost, modul, tuhost, zotavení
- Termické a termomechanické vlastnosti – bod tání, zesklenní, přechodné teploty, ztrátový úhel, ztrátový modul
- Elektrické vlastnosti – statický náboj, dielektrické chování, izolační schopnosti
- Povrchové vlastnosti – adheze, transportní chování
- Oděr a stárnutí
- Chemická odolnost

Pro tuto práci jsou důležité vlastnosti vláken a to jemnost vláken, délka vláken, tvar příčného řezu vláken a chemická odolnost textilních vláken. Tyto vlastnosti si podrobněji popíšeme níže. [8], [9]

#### 4.1 Jemnost vláken

Jemnost vláken je velmi důležitou geometrickou vlastností textilních vláken. Ovlivňuje řadu vlastností vláken, např. způsob použití a výběr technologie zpracování. Jemnost vláken je stanovena z plochy příčného řezu vlákna  $S$ , jeho hmotnosti  $m$  a měrné hmotnosti (hustota)  $\rho$ . Stanovení měrné hmotnosti vláken není snadné.

$$T = \frac{m}{l} = \frac{l * S * \rho}{l} = S * \rho$$

Jemnost  $T$  je definována jako hmotnost vlákna  $m$  [g] na jednotku jeho délky  $l$  (v jednotkách [tex], to jsou gramy na 1 km). Jemnosti vláken se pohybují v jednotkách dtex. Je zřejmé, že při stejné jemnosti  $T$  bude průměr vláken s menší měrnou hmotností (hustotou) větší než průměr vláken s vyšší měrnou hmotností. [8]

#### 4.2 Délka vláken

V textilní praxi se používají vlákna velmi dlouhá, nebo poměrně velmi krátká. Vlákna, která jsou ve skutečnosti dlouhá mnoho metrů označujeme jako vlákna nekonečná. Krátká textilní vlákna, tj. vlákna dlouhá pouze jen několik centimetrů nazýváme vlákna staplová. Délka vláken má vliv na zpracovatelnost příze. Můžeme ji definovat jako vzdálenost konců vlákna napřímeného a bez obloučků a bez napětí. Délka vlákna je vlastnost s vysokou nestejnouměrností. Délky vláken rozdělujeme:

- Staplová délka – nenormované označení délky vláken ve staplu, stapl měříme na staplovém diagramu, kde se rozdělí délka vláken
- Střední délka – aritmetický průměr délek vláken zastoupených ve vložce
- Vložka – chomáč vláken, ve kterém jsou všechny délky vláken v surovině

S ohledem na spřadatelnou a využití pevnosti vláken je kritická délka kolem 10 mm. Kritická délka jako délka vlákna v matrici, kdy je v rovnováze síla potřebná k udržení vlákna v matrici se silou potřebnou k přetrhu vlákna. [4], [5], [8]

### 4.3 Příčný řez vláken

Tvar příčného řezu vlákna ovlivňují vlastnosti např. lesk, omak, objemnost, sorpční vlastnosti, tuhost, tepelně izolační vlastnosti. Pro každé vlákno je příčný řez typický:

- Bavlna – zralé vlákno má kruhovitý průřez a po vysušení vlákna získá tvar fazole (Obr.3)
- Len – vlákno bývá pětiboké a výjimečně sedmiboké s ostrými špičky (Obr.6)
- Viskózová vlákna – odtahem přes zvlákňovací trysky dochází ke zborcení původního kruhovitého průřezu na typický obláčkovitý tvar (Obr.8)
- Lyocell – příčný řez bývá kruhový – oválný (Obr.10)

[1], [5]

### 4.4 Bobtnavost vláken

Bobtnání vláken znamená změna rozměrů v důsledku sorpce. Probíhá při namáčení do vody nebo jiné kapaliny. Bobtnání je závislé na teplotě, tlaku a času a rozdělujeme ho na bobtnání podélné i příčné. Objemová kontrakce je přírůstek objemu zbobtnalého vlákna a ta je menší než přírůstek hmotnosti. Objem suchého vlákna  $V_s$ , objem mokrého vlákna  $V_m$ , objem sorbované vody  $V_v$ .

$$V_s + V_v < V_m \quad [11]$$

Při bobtnání se výrazně zvětšuje objem vlákna než jeho délka. Bobtnání v šířce je způsobeno tím, že amorfnní struktury vlákna jsou uloženy na šířku. Krystalické struktury jsou uloženy převážně podél vláken, proto je bobtnání v délce méně výrazné. Molekuly vody se při bobtnání dostávají do amorfních částí vlákna, do krystalické části pronikají jen velmi málo. Bobtnají textilní vlákna ve všech látkách, které je rozpouštějí. Různá rozpouštědla nebo roztoky vyvolávají omezené bobtnání.

Bobtnání lze posuzovat různě: nejčastěji podle rozměrových změn. Velikost bobtnání se vyjadřuje buď relativní změnou rozměrů, nebo častěji jako přírůstek v procentech.

Možno tedy bobtnání  $B$  vyjádřit vzorcem:

$$B = \frac{\Delta R}{R} \quad [11]$$

Kde  $R$  je změna některého rozměru (průměr vlákna, plocha průřezu vlákna, délka vlákna, objem vlákna).

Bobtnání rozdělujeme:

- Příčné bobtnání - průměr vlákna, plocha průřezu
- Podélné bobtnání – délka vlákna
- Objemové bobtnání

S bobtnáním vláken musíme počítat při technologii a také v určitých vlastnostech. Při zpracování v barevných nebo zušlechťovacích procesech mohou vlákna nabobtnat tak, že jsou husté tkaniny těžko ohebné a snadno vznikají lomy. Starší typy silně bobtnající celulózy (vlákna z regenerované celulózy) působily potíže při praní hustých tkanin. Lze tedy říci, že všechna vlákna, která sorbují vlhkost, bobtnají ve vodě a vodných roztocích. Rozpouštědel a roztoků, které vyvolávají bobtnání vláken je velká řada. Pro praxi se však využívají pouze ty, které používáme ve zpracovatelské technologii (chemické čištění).

Vlákna celulózová bobtnají v mnoha vodných roztocích. Významné je bobtnání v roztocích alkalických louhů. Roztoky hydroxidu sodného vyvolávají u bavlny a jiných nativních celulóz ireverzibilní změny (zvýšení lesku, sorpce, aj.). U regenerovaných celulóz může bobtnání v loužích určitých koncentrací přejít až v nelimitované bobtnání (za nižších teplot, kdy rozpustnost v NaOH stoupá).

Nejdůležitějšími parametry bobtnání různých celulózových vláken jsou vodíkové vazby, molekulární velikost a také druh roztoku. Také teplota má velký vliv na bobtnání tkaniny. Čím vyšší teplota, tím rychlejší zbobtnání tkaniny. [12], [13], [14], [19], [20]

#### 4.5 Chemická odolnost vláken

Bobtnání u *bavlněných vláken* rozdělujeme:

- V silných alkáliích – mercerace, zpracování v koncentrovaném NaOH za napínání při chlazení, vytváří se cel-Ona (alkalicelulóza), pak se mohou navazovat molekuly  $H_2O$
- Kapalný čpavek – porušení H-můstků, rychleji zbobtná
- Schwertzerovo činidlo – vznikne perličkový efekt

*Lněné vlákno* se vůči chemikáliím chová podobně jako bavlna.

U *viskóзовých vláken* je chování blízké bavlně, rozdílem je, že je málo odolná vůči alkáliím (i opakovanému praní) a nelze klasicky mercerovat.

Mercerace bavlněných vláken je proces zpracování u bavlněných přízí nebo tkanin, při kterém je příze nebo tkanina ponořena do roztoku hydroxidu sodného a později se neutralizuje kyselinou. Tento proces má za následek trvalé zbobtnání vláken a to vede ke zvýšenému lesku na povrchu tkaniny, zvýšenou afinitu pro barviva a zvýšenou pevnost. [25]

Vliv alkálií – koncentrované roztoky způsobují bobtnání a snižují pevnost. Viskóзовá vlákna jsou napadána oxidačními činidly, nejsou poškozována chloritanovými nebo peroxidovými bělícími lázněmi. [1], [12], [23]

## **5 Plošná textilie**

Tkaniny (plošné textilie) jsou vytvořené ze dvou soustav nití provázaných navzájem vazbou. Vazné body jsou tvořeny překřížením nití v pravém úhlu. [8], [11]

### **5.1 Vlastnosti plošné textilie**

Vlastnosti plošných textilií jsou závislé na vlastnostech délkových textilií, ze kterých jsou plošné textilie konstruovány, na konstrukci plošné textilie a na konečné úpravě. Rozšířený popis vlastností bude uveden pouze u vlastností důležitých pro tuto práci. Vlastnosti plošné textilie můžeme rozdělit do skupin vlastností:

- Konstrukční parametry textilií
- Mechanické vlastnosti textilií
- Stálosti a odolnosti textilií
- Fyziologické vlastnosti textilií [7], [8], [9]

#### **5.1.1 Konstrukční parametry plošné textilie**

Konstrukčními parametry plošných textilií rozumíme:

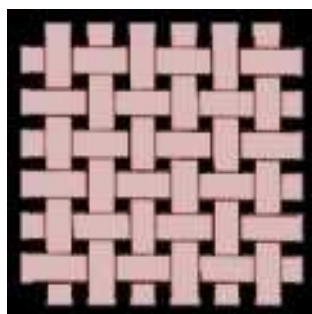
- Vazba
- Plošná hmotnost
- Objemová měrná hmotnost
- Pórovitost
- Tloušťka
- Hustota provázání
- Setkání [7], [8], [9]

### 5.1.1.1 Vazba plošné textilie

Tkanina vzniká vzájemným provázáním nejméně dvou soustav nití. Podélná soustava je osnova, příčná se nazývá útek. Místo překřížení nití osnovních a útkových se nazývá vazný bod. Vazba je důležitá pro konstrukci textilie, kdy se vytváří žádaný vzor, vzhled i vlastnosti budoucího materiálu a pro identifikaci jednotlivých typů tkanin. Vazba má vliv na pevnost, pružnost, tuhost, splývavost a omak tkaniny. Ovlivňuje vzhled, tepelnou izolaci a prodyšnost. [7], [8], [11]

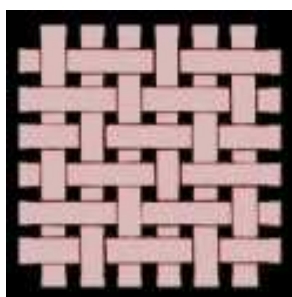
Základními vazbami tkaniny jsou:

- Plátnová vazba – nejhustěji provázaná vazba, je oboustranná (líc i rub jsou stejné), je to pevná vazba

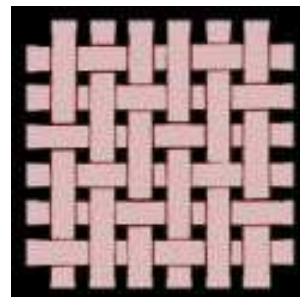


Obr.12 Plátnová vazba [21]

- Keprová vazba – tvoří se šikmé řádky pod 45°, rozděluje se na útkový kepr – převažují vazné body útkové a osnovní kepr – převažují vazné body osnovní a dále se rozděluje na levostranný a pravostranný



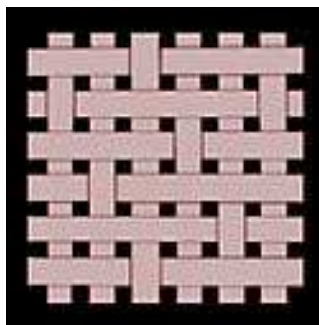
Obr.13 Keprová vazba – osnovní



Obr.14 Keprová vazba – útková

[21]

- Atlasová vazba – útková nebo osnovní, vazné body se v atlasové vazbě nedotýkají, vazba je jednolícni



Obr.15 Atlasová vazba [21]

#### 5.1.1.2 Plošná hmotnost

Jemnost plošných textilií se vyjadřuje její hmotností na jednotku plochy. Hmotnost běžného metru je hmotnost odstříhu plošné textilie v plné šíři a délce odstříhu 1m.

$$p_s = \frac{m}{S}$$

Kde:  $p_s$  ...plošná hmotnost

$m$  ... hmotnost odstříhu [kg] plošné textilie o ploše  $S$  [ $\text{m}^{-2}$ ]

$S$  ... plocha odstříhu plošné textilie [ $\text{m}^{-2}$ ]

[8]

#### 5.1.1.3 Hustota provázání

Hustota tkaniny je známá pod pojmem dostava tkaniny. Hustota osnovy charakterizuje počet nití na jednotku délky – dostava osnovy  $D_o$  a hustota útku charakterizuje počet nití na jednotku délky – dostava útku  $D_u$ .

Dostava se stanoví ze vztahu:

$$D = \frac{n}{l} \text{ [nití/100 mm]}$$

Kde  $n$  – počet nití na měřenou délku

$l$  – měřená délka [100 mm]

[8]

#### 5.1.1.4 Pórovitost

Pórovitost plošné textilie vyjadřuje poměr vláken v mezi vláknitému prostoru v textiliia je definována vztahem:

$$p = \frac{\rho_{vlk} - \rho_v}{\rho_{vlk}} * 10^2 [\%]$$

Kde:  $\rho_{vlk}$  je měrná hmotnost vláken ( $\text{kg.m}^{-3}$ )

$\rho_v$  je objemová měrná hmotnost plošné textilie ( $\text{kg.m}^{-3}$ )

[8]

#### 5.1.1.5 Tloušťka plošné textilie

Tloušťka plošné textilie je definována jako kolmá vzdálenost mezi lícem a rubem textilie. Je rozdíl, budeme-li tloušťku textilie měřit volně, bez přitlaku, nebo zda ji změříme ve stlačení mezi čelistmi. Textilie je materiál snadno neformovatelný (stlačitelný), proto je měření tloušťky textilie stanoveno normou za přesně stanoveného přitlaku čelisti přístroje. [8]

#### 5.1.2 Mechanické vlastnosti plošné textilie

Mechanické vlastnosti materiálů (všeobecně) jsou jejich odezvou na mechanické působení od vnějších sil. Mechanická namáhání plošných textilií v hotových výrobcích se odehrávají v oblasti malých deformací. Mezi mechanické vlastnosti patří:

- Pevnost plošných textilií v tahu
- Pevnost v natržení a v dalším trhání
- Pevnost ve vytržení
- Pevnost švů a posun nití ve švu
- Pevnost v lpění vrstev
- Tvarovatelnost (schopnost žehlení) [8], [9]

#### 5.1.3 Stálosti a odolnosti plošné textilie

Stálosti a odolnosti plošných textilií jsou definovány jako odezvy na chemické a fyzikální namáhání. Definičně lze stálosti rozdělit na stálosti tvaru, stálosti vybarvení a odolnosti. Textilie jsou během svého dalšího zpracování a užívání podrobovány různým fyzikálním a chemickým vlivům, které mění jejich vlastnosti, vzhled a také mohou způsobit destrukci textilie. Stálosti a odolnosti můžeme rozdělit:



- Stálost tvaru
  - Sráživost po praní
  - Tuhost v ohybu
  - Splývavost
  - Mačkavost
- Stálosti vybarvení
  - Stálost vybarvení v praní a chemickém čištění
  - Stálost vybarvení v potu
  - Stálost vybarvení v UV záření
  - Stálost vybarvení v otěru
- Odolnost
  - Odolnost proti odření
  - Odolnost proti vytržení nití
  - Odolnost proti tvorbě žmolků

[8], [9]

#### 5.1.3.1 Stálosti tvaru – sráživost

Sráživost vyjadřuje úroveň změn rozměrů textilie při nebo po působení vody, tepla, popř. vlhkosti. Tyto změny se projevují zejména v ploše textilie. Může také dojít k opačné změně a to k roztažení textilie. Ke srážení plošné textilie může dojít při praní, žehlení, zvlhčování.

$$S = \frac{l_0 - l_s}{l_0} * 10^2 \quad [\%]$$

Kde: S ... je sráživost [%]

$l_0$  ... je původní rozměr vyznačený na vzorku

$l_s$  ... je rozměr změřený po namáhání – sražená délka

[7],[8], [9]

Vyšší teplota vody nebo jiné kapaliny, ve které je plošná textilie smáčena, má za následek srážení osnovy a útku plošné textilie. Srážení ve směru osnovy bývá obvykle vyšší než ve směru útku, je to závislé podle hustoty ve směru osnovy a útku. [22]

#### 5.1.3.2 Stálosti tvaru – mačkavost

Tato vlastnost plošné textilie může být měřena na suché nebo mokré textili. Mačkavost způsobuje viskózní a třecí složka deformace (vnitřní tření) textilie. Mačkavější jsou

zaplněné tkaniny, protože v nich působí větší kontaktní síly mezi vlákny. Mačkavost je vyjádření stavu, kde dochází k systematickému nebo náhodnému pomačkání plošné textilie. Při zkoušení mačkavosti podrobujeme textilií větším silám. Tyto síly vyvozují v textilií plastické (nevratné) deformace – záhyby, zmačkání. [3],[5],[8]

#### **5.1.4 Fyziologické vlastnosti plošné textilie**

Fyziologické vlastnosti plošných textilií zajišťují komfort hotových oděvních výrobků. Tento komfort je dán schopností textilií propouštět různá média jakou jsou vzduch, teplo a vlhkost. Tyto vlastnosti rozdělujeme:

- Komfort oděvních výrobků
- Prostup tepla
- Prostup vzduchu – prodyšnost
- Propustnost kapalně vody (transport vody)

[9]

## **6 Domácí údržba**

Domácí údržbou rozumíme běžné udržování oděvních materiálů (např. praní, žehlení, aj.), které jsou vytvořeny z přírodních či chemických materiálů. Každý hotový výrobek by měl mít na etiketě označeno jakým způsobem oděv ošetřovat, jak při praní, žehlen tak bělení. Pro toto označení slouží symboly, které slouží stejně pro zakoupené tkaniny, tak i pro hotové výrobky.

### **6.1 Praní textilních výrobků**

Praní je velice důležitou a častou činností pro údržbu textilních materiálů. Perou se textilie z přírodních materiálů (bavlna, len, vlna, hedvábí). Z chemických vláken (viskóza, Lyocel, modálová vlákna, aj.) a ze syntetických vláken (polyamid, polyester aj.). A samozřejmě také ze směsí např. bavlna/viskóza, bavlna/polyamid, aj.

Praní pro nás znamená především odstranění nečistot z textilních materiálů, ale praní také ovlivňuje charakter, kvantitativní a estetické vlastnosti hotových výrobků. Při praní jsou použity chemické prostředky, které jsou rozpuštěné ve vodě a také mechanické vlivy (tah, tlak, tření, kroucení, aj.), a proto je to velmi složitý chemický a mechanický proces.

#### **6.1.1 Praní nečistot**

Při praní dochází k odstranění nečistot a ty jsou definovány jako nesourodá (heterogenní) směs fyzikálně i chemicky rozdílných substancí, které rozdělujeme:

- Látky ve vodě rozpustné (polární sloučeniny)
- Látky ve vodě nerozpustné (nepolární sloučeniny)
- Látky ve vodě polorozpustné (semipolární sloučeniny)

Částičky špíny jsou vázány na textilních vláknech:

- Mechanicky – zachytí se na nerovném povrchu vlákna
- Chemicky – barevné skvrny způsobené barvivy, anebo rzí
- Adsorpčně – vzájemná přitažlivost chemicky příbuzných látek

Při samotném procesu praní nečistot se praní dělí na dílčí procesy:

- Smáčení
- Vlastní praní
- Oplachování

### 6.1.1.1 Smáčení

Při smáčení textilního výrobku dochází k dokonalému pokrytí povrchu textilního materiálu prací lázní. Kapalina, která v průběhu smáčení proniká do textilního materiálu, uzavírá vzduch přítomný v textilním materiálu do bublinek a poté vzduch uniká z materiálu, což usnadňuje pronikání prací lázně i do pórů vlákna.

K usnadnění smáčení můžeme použít různé smáčecí prostředky, které snižují povrchové napětí mezi ovzduším, pracím roztokem a textilním materiálem. Povrchové napětí je závislé na teplotě (hodnota povrchového napětí klesá se zvyšující se teplotou). Povrchová aktivita smáčecích prostředků závisí na jejich účinnosti, koncentraci, hodnotě pH a teplotě lázně.

### 6.1.1.2 Vlastní praní

Vlastní praní je závislé na druhu a formě prané textilie, na množství a charakteru nečistot a také na použitém strojním zařízení. Uvolnění nečistot z textilního materiálu do prací lázně je ovlivněn těmito faktory:

- Teplotou – se zvyšováním teploty se zlepšuje praní, je však omezeno druhem textilního materiálu a typem pracího prostředku
- Velikostí špíny – čím větší jsou částičky špíny, tím je praní horší
- Dráhou nečistoty z prané textilie do prací lázně – dráha by měla být co nejkratší, a to zajišťují smáčecí prostředky a turbulence prací lázně, u domácích bubnových praček je turbulence lázně zajištěna perforací vnitřního bubnu, profilovými žebry po jeho odvodu a střídáním směru otáčení bubnu
- Koncentračním spádem – rozdíl koncentrací  $c_1 - c_2$  kde  $c_1$  je koncentrace nečistoty na materiálu a  $c_2$  je koncentrace nečistoty v prací lázni, koncentrační spád je významný intenzifikační faktor praní, pro který platí:

$c_1 = c_2$  praní se zastaví

$c_1 < c_2$  špinění (nečistoty z velmi špinavého prádla přechází na méně špinavé prádlo)

$c_1 \gg c_2$  praní je nejintenzivnější

Zabránění zpětnému usazování nečistot na vypraný textilní materiál slouží antiredepoziční přípravky, které zajišťují vytváření suspenzí a emulzí (emulgaci) a rozptylování částic nečistot v prací lázni (dispergaci).

### **6.1.1.3 Oplachování**

Oplachování, nebo-li máchání je odstranění uvolněných nečistot, pracích prostředků a chemikálií.

### **6.1.2 Účinnost praní**

Účinnost praní textilních materiálů závisí na těchto faktorech:

#### **a) Složení a vlastnosti pracích prostředků**

#### **b) Teplota prací lázně**

Zvyšováním teploty prací lázně se prací proces zlepšuje, protože vyšší kinetická energie částic pracího prostředku usnadňuje jejich pronikání k částicím nečistot. Teplota prací lázně je ale omezena složením textilního materiálu a druhem použitého tenzidu. Na teplotě jsou závislé neionogenní tenzidy. Jejich rozpustnost je způsobená silnou hydratační schopností (tvorbou vodíkových můstků). Tento proces hydratace je exotermní (soustava uvolňuje teplo) a přívodem tepla se vyvolá proces opačný a to k dehydrataci. Dojde ke snížení rozpustnosti tenzidu, ten se vyloučí jako samostatná fáze a tím se původně čirý roztok zakalí.

Teplota zákalu – teplota, při které dojde k zakalení roztoku (bod zákalu). Je proto nutné dodržovat doporučené teploty při praní jednotlivými pracími prostředky.

#### **c) Koncentrace pracího prostředku v prací lázni**

Koncentrace je určena druhem pracího prostředku, stupněm znečištění materiálu, závislostí na teplotě a pH prací lázně.

#### **d) pH prací lázně**

Značení pH představuje kyselost. Jedná se o logaritmickou stupnici s rozsahem hodnot od 0 do 14. Neutrální voda má pH 7. U kyselin je pH menší než 7 – čím je číslo menší, tím je kyselejší. A naopak zásady mají pH větší než 7 – čím větší číslo, tím je zásaditější.

Mýdla perou nejlépe v neutrálním nebo slabě zásaditém prostředí. Kationaktivní tenzidy v silně kyselém prostředí při pH menší než 3. Anionaktivní tenzidy v zásaditém prostředí, neionogenní tenzidy v neutrálním až slabě zásaditém prostředí při pH = 6,3-9,5.

### 6.1.3 Prací prostředky

Prací prostředky jsou mýdla a syntetické tenzidy (saponáty). Praní dále napomáhají alkálie ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$  - soda) nebo jiné chemikálie. Prací prostředek má velký prací, čistící a odmašťující účinek, je složen ze směsi látek, ale jeho základní složkou jsou tenzidy – povrchově aktivní látky. Některé vlastnosti pracích prostředků můžeme vyjádřit fyzikálními jednotkami:

- Povrchově aktivní vlastnosti
- Elektrické vlastnosti
- Smáčivost
- Emulgační a suspenzační vlastnosti
- Antiredepoziční schopnost
- Pěnivost
- Vlastní prací a čistící účinnost

Moderní prací prostředky jsou komplexní směsí obsahující různé systémy, které jsou vzájemně kombinovány tak, aby se dosáhlo maximálního pracího efektu při minimálním poškození textilie.

Prací prostředek je komplexní směsí obsahující systémy:

- Systém povrchově aktivních látek – PAL (tenzidy)
- Systém aktivačních přísad
- Systém pomocných přísad

Moderní prací prostředky jsou komplexní směsí obsahující různé systémy, které jsou vzájemně kombinovány tak, aby se dosáhlo maximálního pracího efektu při minimálním poškození textilie.

#### 6.1.3.1 Povrchově aktivní látky – PAL (tenzidy)

Tyto povrchově aktivní látky mají za úkol zajistit dokonalé smočení nečistot, odstraňovat nečistotu a také zabránit zpětnému usazení nečistot. Tenzidy jsou důležitou složkou pracích prostředků a jsou to látky, které při nízké koncentraci v roztoku snižují povrchové napětí vody a tím dochází k dokonalému smočení celého povrchu textilního vlákna, tak i nečistot, které na vláknu ulpívají.

### 6.1.3.2 Aktivační přísady

Systém aktivačních přísad mají za úkol změkčit vodu a tím zvýšit účinnost povrchově aktivních látek, pomáhat udržovat uvolněnou nečistotu v prací lázni a udržet reakci pH prací lázně na konstantní hodnotě.

Aktivační přísady rozdělujeme:

- Komplexotvorné přísady – mezi tyto přísady patří fosforečnany, tyto látky změkčují vodu, podporují uvolňování nečistot, zabraňují zpětnému usazení nečistot, zajišťují optimální hodnotu pH a její udržení na stálé hodnotě, zajišťují smáčecí schopnost a ochraňují citlivé složky pracího prostředku
- Uhličitany – běžnou součástí pracích prostředku patří uhličitán sodný  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (soda), podílí se na udržení pH pracích prášků v alkalické oblasti a zmýdelňování tukových složek nečistot a při vyšších teplotách zvyšuje účinnost pracích prostředků
- Křemičitany – křemičitan sodný zabraňuje zpětnému usazování nečistot na tkaninu, mají dobrou odmašťovací schopnost a změkčují vodu
- Chemické bělicí látky – nejpoužívanější složkou v pracích prostředcích je peroxoboritan sodný, který uvolňuje kyslík, při zvýšené teplotě dochází k odštěpení atomu kyslíku a ten oxidačně rozkládá barevné složky, mechanicky naruší nečistotu a usnadňuje tím její odloučení od vláken.
- Antiredepoziční látky – tyto látky mají schopnost udržet nečistotu, která byla odstraněna z textilie, v prací lázni.
- Enzymy – jsou to biologicky aktivní látky, které působí v prací lázni při teplotě 40°C do 60°C a odstraňují z prádla nečistoty biologického charakteru jako je krev, pot, bílkoviny.
- Regulátory pěnivosti – jako regulátor pěnivosti se používají soli vyšších mastných kyselin, pro praní v automatických pračkách je potřeba regulovat pěnivost pracího prostředku, musí se zabránit nadměrné pěnivosti z důvodu omezení volného pohybu prádla a tím souvisí snížení mechanický účinek při praní.

### 6.1.3.3 Pomocné přísady

Systém pomocných přísad zvyšují kvalitu pracího účinku, obsahuje opticky zjasňující prostředky, inhibitory koroze, antistatické a mikrobicidní látky, parfémové kompozice a

barviva. Tyto přísady dodávají pracímu prostředku další prací vlastnosti a zvyšují jeho užitnou hodnotu.

#### **6.1.4 Rozdělení pracích prostředků**

Na obalu každého pracího prostředku jsou uvedeny údaje, podle kterých je možno získat informace o použití pracího prostředku na jednotlivé druhy textilie, postupu praní a doporučené dávkování.

Rozlišujeme několik druhů pracích prostředků:

- Mýdlo – rozlišujeme na mýdlo kusové či mleté jádrové, používá se na praní bílých a také stálobarevných textilních materiálů
- Mýdlové prášky – obsahují sodu a tím zároveň změkčují vodu, určeny pro praní bílých textilních materiálů
- Jemné mýdlové prací prostředky – mýdlo zpracované ve formě vloček, užívají se pro ruční praní v předem změkčené vodě
- Samovypírací prací prostředky – pro vyváření a praní bílého a stálobarevného textilního materiálu při vyšších teplotách
- Kombinované prací prostředky – pro automatické bubnové pračky, kombinace mýdla se systematickými tenzidy omezují pěnivost lázní
- Univerzální prací prostředky – obsahují všechny základní složky pracích prostředků v poměru a kvalitě
- Tekuté prací prostředky – obsahují běžné složky pracích prostředků a také rozpouštědla

Prací prostředky jsou také rozděleny podle jejich využití:

- Prací prostředky s bělícím účinkem
- Prací prostředek s opticky ujasňovacím prostředkem
- Prací prostředky s látkami změkčující vodu

#### **6.1.5 Dávkování pracích prostředků**

Každý prací prostředek má na obalu informaci o doporučeném množství a způsobu dávkování. Dávkování ovlivňují především tvrdost vody, množství praných textilií a množství znečištění textilie.

Při zvýšeném dávkování pracího prostředku dochází ke zhoršení praní, tvorbě velkého množství pěny, velké spotřebě máchací vody a také vyšší ekonomické náklady. Obvykle



se dávkování pracího prostředku uvádí na dávku 1 kg suchých textilií a to 20-30 g na 1 kg textilií pro praní v automatické bubnové pračce.

[13], [14]

## **6.2 Sušení textilních materiálů**

Po pracím procesu následuje sušení. Sušením textilie rozumíme samovolné usušení textilního materiálu za daných klimatických podmínek. Před samotným sušením dochází ještě za chodu pracího procesu k odvodňování textilie ždímáním nebo odstředováním. Odvodňování textilie je odstranění vlhkosti z textilie mechanickým způsobem. Vlhkost se snižuje mechanickým odvodněním před volným sušením na vzduchu nebo před termickým sušením.

Odvodňování dělíme:

- Odvodňování ždímáním
- Odvodňování odstředováním
- Odvodňování odsávání (profukování, rychle proudící média, např. vzduch, pára, aj.)

Při těchto druhích odvodňování lze použít jakýkoliv textilní materiál. Při zvolení daného odvodňování je závislá forma a tvar textilního materiálu a na odolnosti materiálu vůči mechanickému poškození.

### **6.2.1 Odvodňování ždímáním**

Ždímání textilního materiálu je nejrychlejší a energeticky nejvýhodnější způsob odvodňování textilií. V domácnostech je to především ždímání ruční, při tom se materiál zbavuje pouze pod 100 % vody.

### **6.2.2 Odvodňování odstředováním**

Při odvodňování odstředováním je voda z textilie odpuzována odstředivou silou, která vzniká při rychlém otáčení perforovaného bubnu, ve kterém je materiál vložen. Otáčky bubnu musí být vysoké tak, aby odstředivá síla byla větší než síla přilnavosti vody k vláknům. Voda se tím oddělí a odtéká perforovaným pláštěm bubnu odstředivky. Postup odstředování se skládá ze tří chodů:

- 1) Naplnění bubnu a uvedení odstředivky do chodu
- 2) Otáčení bubnu konstantní rychlostí – oddělení vody
- 3) Brzdění, zastavení a vyjmutí odstředěného materiálu z bubnu

Odstředivky k odvodňování mají děrovaný plášť bubnu, buben rotuje v krycím plášti, ve kterém se zachycuje voda a také slouží jako ochranný obal při možném roztržení bubnu. Při působení odstředivé síly proniká kapalina otvory děrovaného pláště bubnu, zachytí se ochranným pláštěm a odvádí se do odpadu. V domácnostech při odstředování v automatických pračkách se snižuje obsah vlhkosti na 60 – 70 %.

Po tomto procesu následuje sušení textilního materiálu. Textilní materiál můžeme nechat volně usušit na vzduchu nebo využít termické sušení, které je nákladnější.

[13]

### **6.2.2.1 Termické sušení textilního materiálu**

Při termickém sušení se odstraní ta vlhkost, která nelze odstranit mechanicko-fyzikálními způsoby odvodňování.

Vlastní termické sušení se rozlišuje podle principu přenosu tepla na sušený materiál:

- Kontaktní – sušený materiál se přímo dotýká teplých stěn tepelného zdroje a teplo se přenáší vedením nebo kondukcí
- Konvekční – teplo se předává konvekci prostřednictvím sušícího média, např. vzduch, pára, aj.
- Tryskové – jedná se o sušení konvekční, přestup tepla se zvyšuje dynamickým účinkem rychle proudícího sušícího média
- Sálavé (infra) – teplo se předává pomocí zářiče zářením na principu hmotové rezonance materiálu
- Vysokofrekvenční (dielektrické a mikrovlnné) – rezonance hmoty materiálu je buzena ve vysokofrekvenčním poli

Průběh sušení a výsledek sušení je závislé:

- Přirozená povaha sušeného textilního materiálu – druh materiálu, struktura, chemické složení, vazby vlhkosti a materiálu
- Tvar sušeného materiálu, rozměry a hmotnost textilie, tloušťka vrstvy, vazba a poměr povrchu k objemu materiálu
- Počáteční a konečný obsah vlhkosti materiálu
- Teplota, vlhkost a rychlost proudícího média
- Způsob a podmínky, za jakých sušící médium proudí kolem sušeného materiálu
- Rozdíl teplot sušícího prostředí při vstupu a výstupu ze sušárny

[13]

## 7 Experimentální část

Cílem experimentu bylo zjistit, zda má bobtnání tkaniny vliv na její sráživost. Velikost nabobtnání tkaniny bylo měřeno na tloušťkoměru, kde byla zjišťována tloušťka materiálu. Na připravených vzorcích byla tloušťka měřena v jejich suchém stavu, ihned po smočení a následně po usušení těchto vzorků. Vlastnosti vzorků jsou uvedeny v Tab.2 a Tab.3. Vzorky byly smáčeny v roztoku, u kterého se měnily jeho vlastnosti. Popis těchto druhů roztoků jsou uvedeny v Tab.1.

Pro zajímavost byla provedena zkouška mačkovosti, na mokrých vzorcích.

### 7.1 Druhy roztoků

Jedná se o vodní lázně, které byly použity při smáčení připravených vzorků. Při změně vodní lázně byly naměřeny odlišné hodnoty. Každá lázeň má své specifické vlastnosti. Teplota vodní lázně se udržovala pomocí termostatu, kde se navolila daná teplota. Vodní lázeň byla ve skleněných kádinkách a ty byly ponořeny do otvoru termostatu. PH vodních lázní se měřila pomocí pH metru. PH metr je elektronický přístroj na měření přesné hodnoty pH kapaliny. Typický pH metr je složen ze zvláštní měřicí sondy propojené na elektronický metr a naměřená hodnota je znázorněna na daném displeji pH metru (Obr.14).

PH bylo změřeno u vody z vodovodu, u které byly hodnoty zprůměrovány na hodnotu pH 7,716. Další pH bylo vyrobeno tak, aby hodnota pH odpovídala pH vody, ve které byl rozpuštěný prací prostředek. PH 10,07 bylo nastaveno pomocí sody ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) a destilované vody ( $\text{H}_2\text{O}$ ).

[17]



Obr.15 pH metr

Čas smočení vzorků byl stanoven na 10, 30 a 60 minut a sledována změna bobtnání textilie po těchto časech. Koncentrace NaCl byla měněna na 1, 5 a 10 g/l. Tato koncentrace vznikla namícháním NaCl o určité hodnotě s destilovanou vodou (H<sub>2</sub>O). Přehled roztoků je v Tab.1.

Tab.1 Druhy roztoků

Druh roztoku	Teplota [°C]	Čas [min.]			pH	NaCl [g/l]
Roztok 1	20	10	30	60	7,7	0
Roztok 2	40	10	30	60	7,7	0
Roztok 3	40	10	30	60	10	0
Roztok 4	40	10	30	60	—	1
Roztok 5	40	10	30	60	—	5
Roztok 6	40	10	30	60	—	10

## 7.2 Charakteristika měřených vzorků

Byly vybrány plošné textilie z přírodních materiálů. Bavlněné plošné textilie o třech různých plošných hmotnostech, len o jedné plošné hmotnosti a plošná textilie vyrobená chemicky pomocí přírodních polymerů. Viskóзовé plošné textilie o třech plošných hmotnostech a Lyocell o jedné plošné hmotnosti. Vlastnosti těchto plošných textilií jsou shrnuty níže v Tab.2. Na těchto materiálech byla provedena zkouška a změřena tloušťka materiálu na suchých vzorcích, na vzorcích smočených v různých druzích roztoků a po vysušení těchto vzorků.

Vzorky byly nastříhány ve velikosti 12x12 cm, pro zjištění sráživosti těchto vzorků byla na vzorcích vyznačena plocha o velikosti 10x10 cm. U připravených vzorků byla stanovena plošná hmotnost a jejich dostava po osnově a po útku.

### 7.2.1 Plošná hmotnost měřených vzorků

Jde o jemnost plošných textilií a vyjadřuje se její hmotností na jednotku plochy. Hmotnost měřených vzorků je znázorněna v Tab.2. Plošná hmotnost se stanoví ze vztahu:

$$\rho_s = \frac{m}{S} \quad [\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}]$$

Kde:  $\rho_s$  - plošná hmotnost

$m$  – hmotnost odstříhu [kg] plošné textilie o ploše [ $m^{-2}$ ]

$S$  – plocha odstříhu plošné textilie [ $m^{-2}$ ]

Tab.2 Plošná hmotnost měřených vzorků

Plošná textilie	Plošná hmotnost [ $g.m^{-2}$ ]
Bavlna I.	107
Bavlna II.	114
Bavlna III.	132
Viskóza I.	112
Viskóza II.	123
Viskóza III.	147
Lyocell	89
Len	215

### 7.2.2 Dostava měřených vzorků

Dostava tkaniny je výraz pro zjištění hustoty tkaniny. Rozumíme tím počet nití po osnově i po útku na délku 100 mm. Dostava osnovy znamená počet osnovních nití počítaných na 100 mm ve směru útku. Dostava měřených vzorků je znázorněna v Tab.3. Dostava se stanoví ze vztahu:

$$D = \frac{n}{l} \text{ [nití/100 mm]}$$

Kde  $n$  – počet nití na měřenou délku

$l$  – měřená délka

Tab.3 Dostava měřených vzorků

Plošná textilie	Dostava osnovy [nití/100mm]	Dostava útku [nití/100mm]
Bavlna I.	190	280
Bavlna II.	270	190
Bavlna III.	250	210
Viskóza I.	200	270
Viskóza II.	300	230
Viskóza III.	240	240
Lyocell	280	310
Len	140	190

### 7.2.3 Vazba měřených vzorků

S plošnou hmotností a s dostavou plošných textilií souvisí vazba. Vazba je definována jako systém, kterým jsou provázány nitě. Měřené vzorky jsou záměrně vybrány ve stejné vazbě a to ve vazbě plátňové.

### 7.3 Tloušťka plošných textilií

Tloušťka plošné textilie je kolmá vzdálenost mezi rubem a lícem textilie a měří se pod určitým přítlakem. Textilní materiál je snadno neformovatelný (stlačitelný) a proto je měření tloušťky textilie normou předepsáno za přesně stanoveného přítlaku čelistí. Principem měření tloušťky plošné textilie je změření vzdálenosti mezi dvěma čelistmi, mezi kterými je umístěná textilie. [8]

Tloušťka plošných textilií se měří na přístroji tzv. tloušťkoměr (Obr.16). Informace o měření na tomto přístroji jsou uvedeny v normě ČSN EN ISO 5084: Textilie – Zjišťování tloušťky textilií a textilních výrobků.



Obr.17 Tloušťkoměr

### 7.3.1 Tloušťka původních měřených vzorků

Tloušťka původních vzorků byla naměřena na deseti suchých vzorcích. Tento rozměr je potřebný pro zjištění rozdílu mezi původním vzorkem a vzorkem namočeným v roztoku. Tímto měřením je docíleno výsledku závislosti bobtnání tkaniny na změně tloušťky tkaniny. Původní rozměry vzorků jsou uvedeny v Tab. 4.

Tab.4 Tloušťka původních vzorků

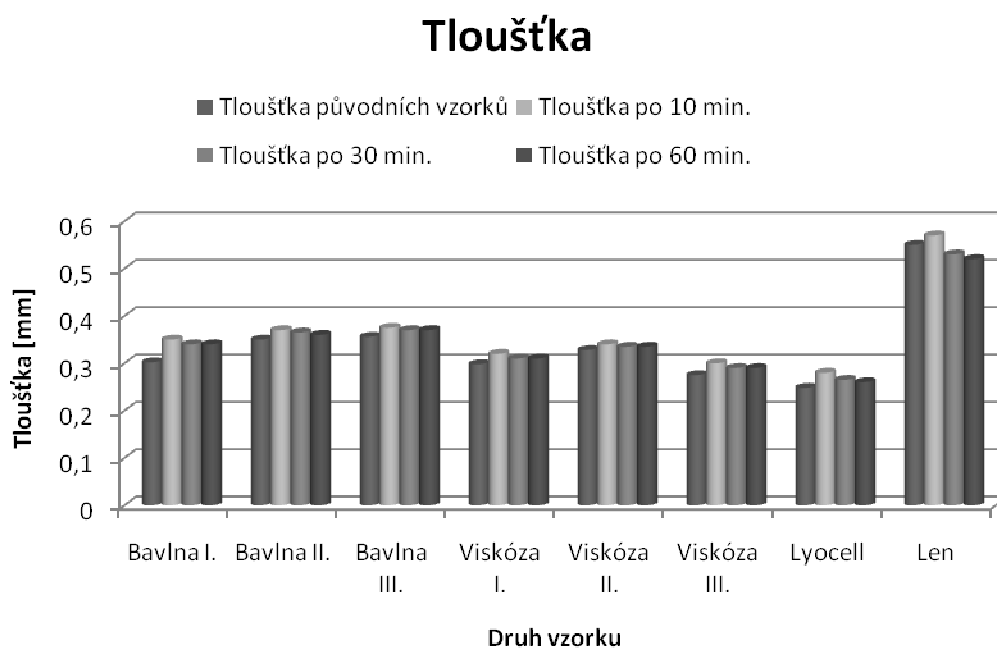
Druh vzorku	Tloušťka [mm]
Bavlna I.	0,302
Bavlna II.	0,350
Bavlna III.	0,356
Viskóza I.	0,298
Viskóza II.	0,328
Viskóza III.	0,275
Lyocell	0,248
Len	0,550

### 7.3.2 Tloušťka měřených vzorků při změně teplot a pH roztoku

Měřením tloušťky připravených vzorků byla zjišťována velikost zbobtnání materiálu. Nejprve byla změřena tloušťka na suchých vzorcích, poté se vzorky smáčely v roztoku 1, 2 a 3 a poté bylo provedeno měření tloušťky. Hodnoty těchto měření je znázorněno Tab.5, 6, 7 a v Grafu 1, 2, 3.

Tab.5 Tloušťka měřených vzorků v roztoku 1

Druh vzorku	Tloušťka původních vzorků [mm]	Tloušťka po 10 min. [mm]	Tloušťka po 30 min. [mm]	Tloušťka po 60 min. [mm]
Bavlna I.	0,302	0,350	0,340	0,340
Bavlna II.	0,350	0,370	0,365	0,360
Bavlna III.	0,356	0,375	0,370	0,370
Viskóza I.	0,298	0,320	0,310	0,310
Viskóza II.	0,328	0,340	0,335	0,335
Viskóza III.	0,275	0,300	0,290	0,290
Lyocell	0,248	0,280	0,265	0,260
Len	0,550	0,570	0,530	0,520



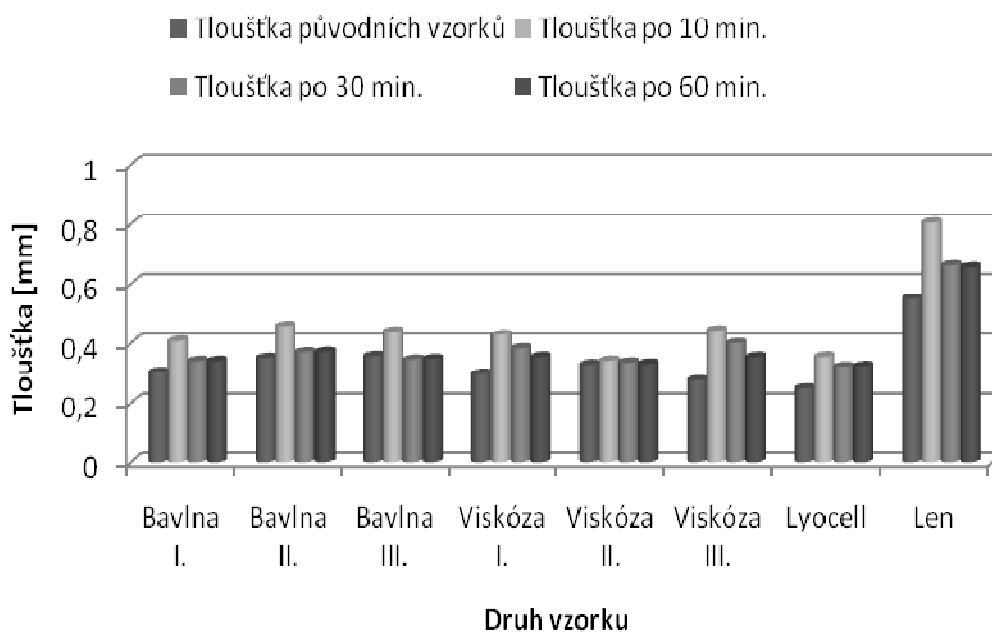
Graf 1: Porovnání tloušťky měřených vzorků z roztoku 1



Tab.6 Tloušťka měřených vzorků v roztoku 2

Druh vzorku	Tloušťka původních vzorků [mm]	Tloušťka po 10 min. [mm]	Tloušťka po 30 min. [mm]	Tloušťka po 60 min. [mm]
Bavlna I.	0,302	0,407	0,340	0,340
Bavlna II.	0,350	0,458	0,370	0,371
Bavlna III.	0,356	0,439	0,345	0,347
Viskóza I.	0,298	0,429	0,382	0,353
Viskóza II.	0,328	0,341	0,335	0,330
Viskóza III.	0,275	0,443	0,400	0,353
Lyocell	0,248	0,354	0,321	0,323
Len	0,550	0,805	0,661	0,655

## Tloušťka

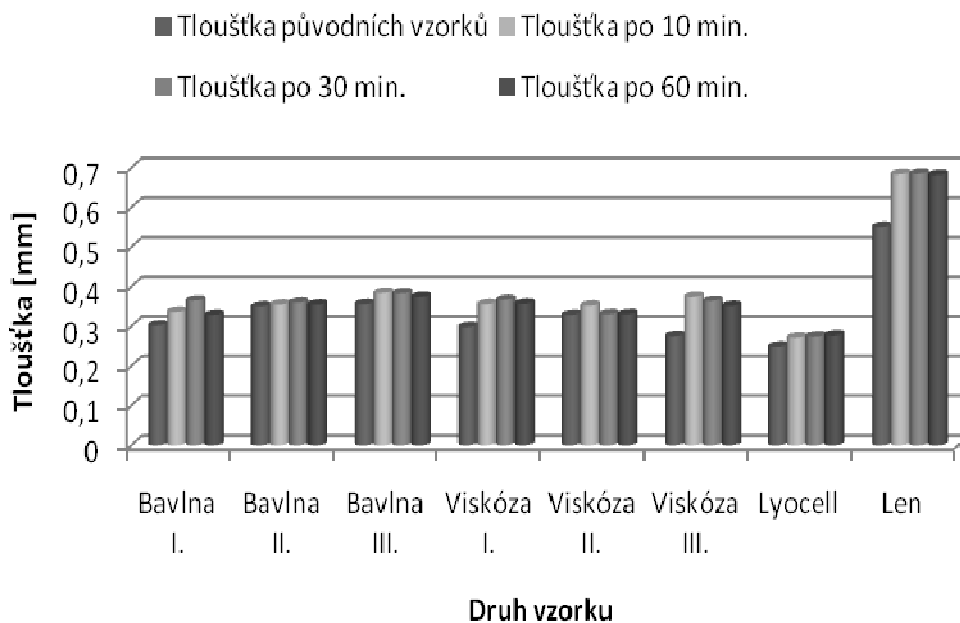


Graf 2: Porovnání tloušťky měřených vzorků z roztoku 2

Tab.7 Tloušťka měřených vzorků v roztoku 3

Druh vzorku	Tloušťka původních vzorků	Tloušťka po 10 min.	Tloušťka po 30 min.	Tloušťka po 60 min.
Bavlna I.	0,302	0,336	0,365	0,328
Bavlna II.	0,350	0,355	0,36	0,355
Bavlna III.	0,356	0,384	0,383	0,374
Viskóza I.	0,298	0,356	0,367	0,357
Viskóza II.	0,328	0,352	0,330	0,330
Viskóza III.	0,275	0,374	0,364	0,351
Lyocell	0,248	0,271	0,274	0,277
Len	0,550	0,684	0,685	0,682

## Tloušťka



Graf 3: Porovnání tloušťky měřených vzorků z roztoku 3

### **7.3.2.1 Vyhodnocení výsledků**

Z roztoku 1 je na Grafu 1. znázorněna tloušťka původních vzorků, na kterých je tloušťka změřena v jejich suchém stavu. Oproti tomuto rozměru jsou vzorky smočeny ve vodní lázni o teplotě 20°C, pH vody 7,7, 0 g/l NaCl a při změně času 10, 30 a 60 minut. V desáté minutě došlo ke zbobtnání tkaniny a tím i k nárůstu tloušťky tkaniny. Ve 30. a 60. minutě tento jev klesl, ale nevrátil se do původního rozměru tloušťky suchých vzorků.

V roztoku 2 v 10. minutě došlo ke zvětšení tloušťky u všech druhů bavlny a u viskózy I., u ostatních vzorků došlo k nárůstu ve 30. minutě. Po delším smočení došlo k poklesu hodnot u všech druhů viskózy, Lyocellu a lnu. U bavlny po 60. minutě došlo k menšímu nárůstu hodnoty nebo hodnota byla totožná s tloušťkou vzorku po 30 minutách.

Celkově je dobře znatelné, že při tomto měření dochází k většímu zbobtnání tkaniny při vyšších teplotách.

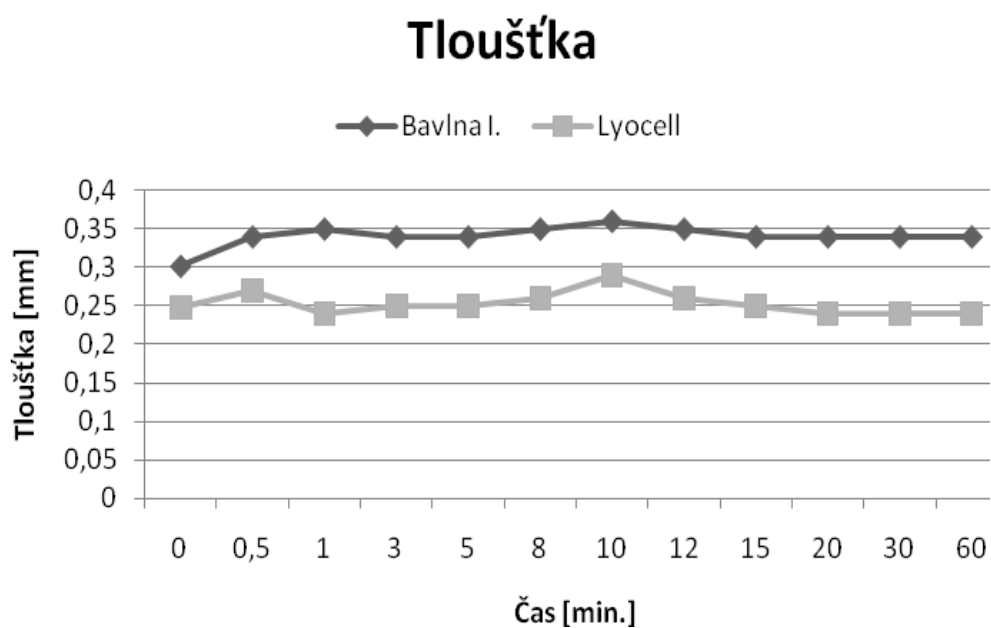
V roztoku 3 se změnilo pouze pH vody ze 7,7 na pH 10 (běžné pH v prací lázni s pracím prostředkem) došlo u všech vzorků k nižšímu zbobtnání a tím se změnil rozměr tloušťky tkaniny. Je tedy patrné, že v prací lázni s použitím pracího prostředku dochází ke sníženému zbobtnání tkaniny. Kolísání hodnot mezi 10. až 60. minutou je nepatrný.

### **7.3.3 Tloušťka měřených vzorků v různých časech**

Na připravených vzorcích bavlny a Lyocellu bylo provedeno měření tloušťky v různých časech při stejné teplotě (40°C) a pH 7,7. Z předchozích měření byl zjištěn vysoký nárůst tloušťky materiálu po 10 minutách a pokles po 30 a 60 minutách. Je tedy potřebné znát průběh v přibližných časech a najít nejvyšší hodnotu tloušťky materiálu. Získané hodnoty jsou zahrnuty v Tab.8 a znázorněny na Grafu 4.

Tab.8 Tloušťka měřených vzorků v různých časech

Čas [min.]	Bavlna I.	Lyocell
0 (původní vzorek)	0,302	0,248
0,5	0,34	0,27
1	0,35	0,24
3	0,34	0,25
5	0,34	0,25
8	0,35	0,26
10	0,36	0,29
12	0,35	0,26
15	0,34	0,25
20	0,34	0,24
30	0,34	0,24
60	0,34	0,24



Graf 4: Tloušťka měřených vzorků v různých časech

### 7.3.3.1 Vyhodnocení výsledků

Při tomto měření bylo zjištěno, že tloušťka naměřených vzorků bavlny I. a Lyocellu do 10 min. mírně kolísá. Ze tří měření byly naměřeny téměř stejné hodnoty. Při 10 min. byla u vzorků naměřena tloušťka nejvyšší. Tloušťka měřených vzorků po 10 min. smáčení mírně klesla a po 30 a 60 min. se příliš neměnila. Lze tedy říci, že nejvyšší nabobtnání měřených vzorků bylo naměřeno v kratších časech.

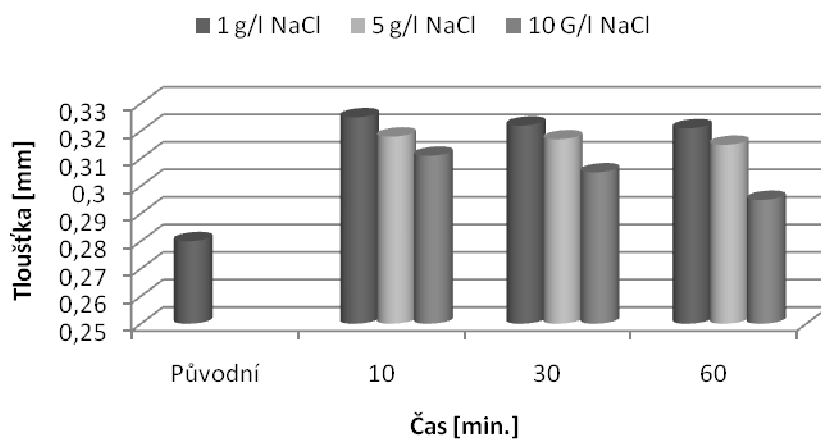
### 7.3.4 Tloušťka měřených vzorků v různých koncentracích NaCl

U vzorků z bavlny I. a Lyocellu bylo provedeno měření jejich tloušťky po smočení do roztoků o různých koncentracích NaCl (chlorid sodný). NaCl je považován za základní složku mořské soli. Využívá se zejména v chemickém průmyslu a jeho význam pro textilní průmysl je jeho využití při výrobě barev a při barvení textilií. Jeho účinků se využívá např. pro bělení. V destilované vodě bylo rozpuštěno NaCl v různých koncentracích (1, 5, 10 g/l NaCl). Zjištěná tloušťka vzorků je znázorněna v Tab.9, 10 a Grafu 5, 6.

Tab.9 Tloušťka měřených vzorků při různých koncentracích NaCl

Druh vzorku	Tloušťka původního vzorku [mm]	Čas [min.]	Tloušťka při koncentraci 1 g/l NaCl [mm]	Tloušťka při koncentraci 5 g/l NaCl [mm]	Tloušťka při koncentraci 10 g/l NaCl [mm]
Bavlna I.	0,280	10	0,325	0,318	0,290
		30	0,322	0,317	0,285
		60	0,321	0,315	0,282

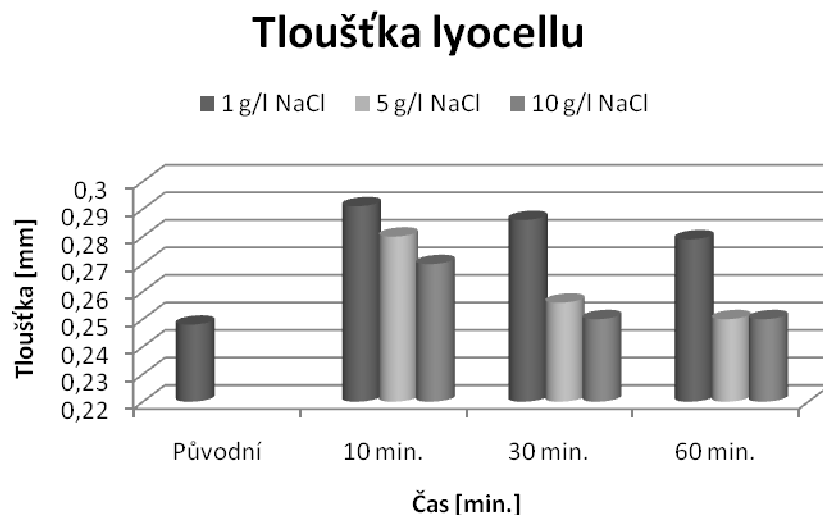
## Tloušťka bavlny I.



Graf 5: Tloušťka měřených vzorků bavlny I.

Tab.10 Tloušťka měřených vzorků při různých koncentracích NaCl

Druh vzorku	Tloušťka původního vzorku [mm]	Čas [min.]	Tloušťka při koncentraci 1 g/l NaCl [mm]	Tloušťka při koncentraci 5 g/l NaCl [mm]	Tloušťka při koncentraci 10 g/l NaCl [mm]
Lyocell	0,248	10	0,291	0,280	0,270
		30	0,286	0,256	0,250
		60	0,279	0,250	0,250



Graf 6: Tloušťka měřených vzorků Lyocellu

#### 7.3.4.1 Vyhodnocení výsledků

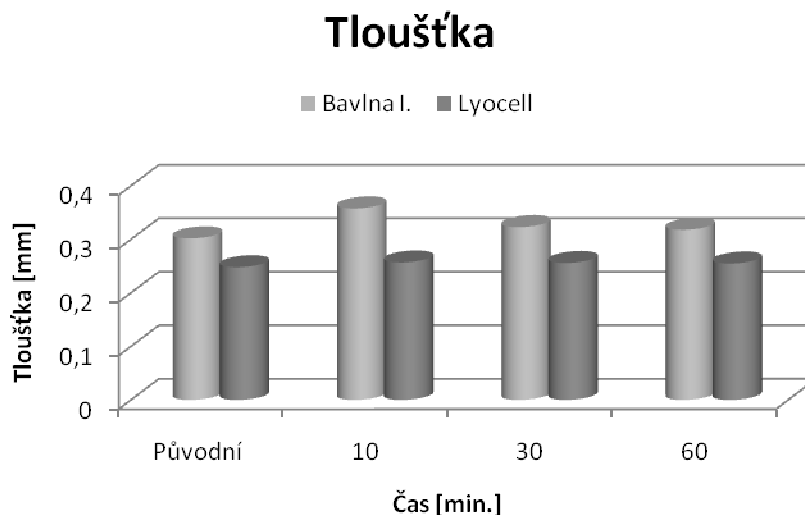
U bavlny I. i Lyocellu je velice znatelné, že největší nárůst hodnoty tloušťky dochází v 10 min. působením vodního roztoku a vždy při koncentraci roztoku 1 g/l NaCl. Tento jev nám prokazuje, že působení NaCl je nejvyšší v nižších koncentracích.

#### 7.3.5 Tloušťka měřených vzorků po jejich usušení

Na připravených vzorcích bylo provedeno měření tloušťky po jejich usušení. Vzorky byly smáčeny v roztoku 2. Tímto měřením je zjištěno, zda se měřený vzorek po usušení vrátí do svého původního stavu. Jsou použity vzorky bavlny I a Lyocellu. Hodnoty tloušťky vzorků původních (před smočením) a vzorků po usušení jsou zapsány v Tab.11 a znázorněny v Grafu 7.

Tab.11 Tloušťka měřených vzorků původních a po usušení

Druh vzorku	Původní tloušťka [mm]	Tloušťka po usušení vzorku po 10 min.	Tloušťka po usušení vzorku po 30 min.	Tloušťka po usušení vzorku po 60 min.
Bavlna I.	0,302	0,358	0,323	0,318
Lyocell	0,248	0,257	0,256	0,255



Graf 7.: Tloušťka původních vzorků a vzorků po usušení

#### 7.3.5.1 Vyhodnocení výsledku

Podle Grafu 7. lze říci, že se u bavlněných vzorků, které byly smočeny v roztoku 2, tloušťka po usušení nevrátila do původního stavu. U Lyocellu byla tloušťka nepatrně vyšší, ale do původního stavu se vzorek nevrátil. Lze tedy říci, že se vzorky bavlny I. a Lyocellu po zbobtnání nevrátí do původního stavu.

#### 7.4 Srážení plošných textilií

Srážení plošných textilií řadíme mezi stálosti a odolnosti. Je to vlastnost, která popisuje chování plošných textilií při zpracování a při jejich používání. Stálosti a odolnost jsou odezvy na chemické a fyzikální namáhání.

Sráživost se projeví zejména u plošných textilií a vyjadřuje úroveň změny rozměrů textilií po působení např. vody, tepla a také vlhkosti.

Změnu rozměrů vyjádříme:

$$S = \frac{l_o - l_s}{l_o} * 10^2 \quad [\%]$$

Kde S – je sráživost [%]

$l_o$  - je původní rozměr vyznačený na vzorku

$l_s$  - je rozměr změřený po namáhání – sražená délka



Pro měření sráživosti byly vybrány vzorky z bavlny I. a z Lyocellu. Připraveny vzorky o velikosti 12x12 cm, na kterých byl vyznačen čtverec o rozměrech 10x10 cm. Na tomto vyznačeném čtverci se měřila změna rozměru vzorků, které byly namočený ve vodní lázni. Sráživost byla měřena po namočení vzorků ve vodní lázni.

Při smočení vzorků ve vodní lázni dojde k rychlému zbobtnání celé tkaniny, tímto měřením je docíleno zjištění, zda má bobtnání vliv na sražení tkaniny ve vodní lázni. Vzorky byly smáčeny ve vodní lázni 2.

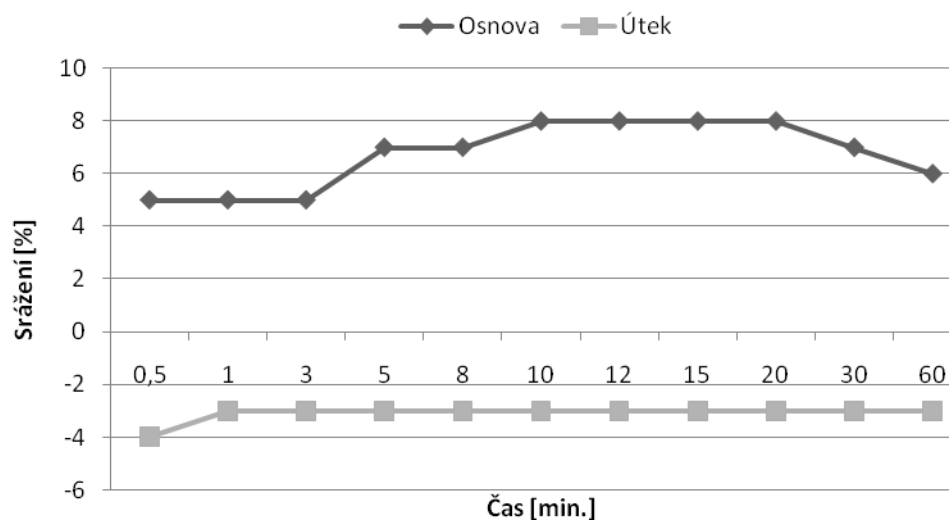
#### 7.4.1 Srážení bavlny I. a Lyocellu

Vzorky bavlny I. a Lyocellu byly smáčeny ve vodní lázni po určitý čas. Měřený čas byl zaznamenáván po menších intervalech. Změna rozměrů byla zaznamenávána po osnově i po útku v mokřém stavu (viz. Tab.11,12 a Graf 7,8).

Tab.12 Měření sráživosti mokřých vzorků bavlny I.

Čas [min.]	Sráživost osnovy mokřých vzorků [%]	Sráživost útku mokřých vzorků [%]
0,5	5	-4
1	5	-3
3	5	-3
5	7	-3
8	7	-3
10	8	-3
12	8	-3
15	8	-3
20	8	-3
30	7	-3
60	6	-3

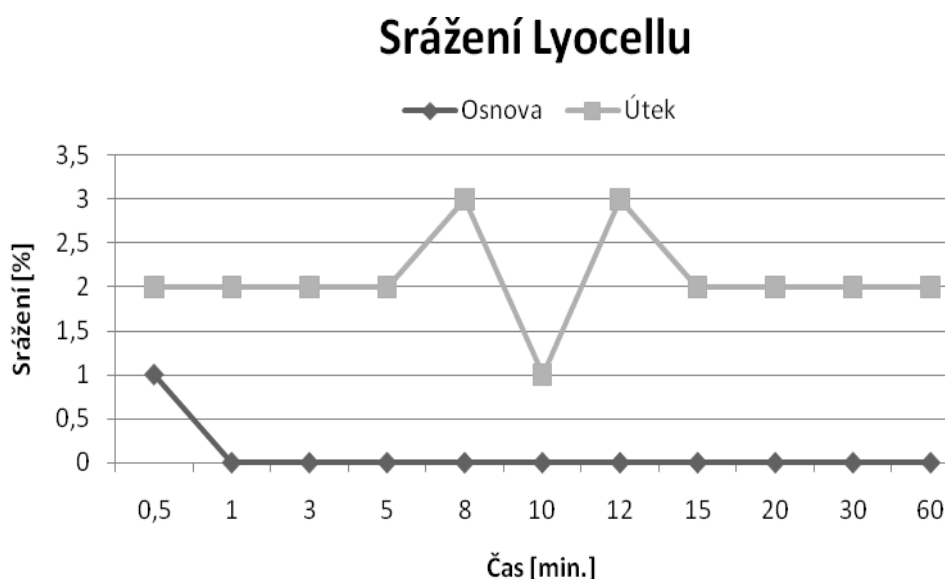
## Srážení bavlny I.



Graf 8: Srážení bavlny I. za mokra

Tab.13 Měření sráživosti mokrých vzorků Lyocellu

Čas [min.]	Sráživost osnovy mokrých vzorků [%]	Sráživost útku mokrých vzorků [%]
0,5	1	2
1	0	2
3	0	2
5	0	2
8	0	3
10	0	1
12	0	3
15	0	2
20	0	2
30	0	2
60	0	2



Graf 9: Srážení Lyocellu za mokra

#### 7.4.1.1 Vyhodnocení výsledků

U měření sráživosti osnovy a útku na vzorcích bavlny I., bylo naměřeno srážení po osnově. Po smočení v delších časech stoupala hodnota srážení osnovy. U útku naopak došlo k opačnému procesu, natažení.

U vzorků Lyocellu došlo ke kolísání hodnot osnovy a v 10 min. se vzorek srazil nejméně. U útku bylo sražení naměřeno pouze v 0,5 min. a poté nedošlo k žádné změně.

### 7.5 Mačkavost plošných textilií

Mačkavost je přechodná změna nebo deformace plošné textilie, která vznikla tlakem při určitém zatížení. Schopnost zaujmout původní stav je ovlivněna rozsahem deformace, pružností, konstrukcí a materiálovým složením plošné textilie.

Ke zjištění mačkavosti byla vybrána metoda měření úhlu zotavení. Měření mačkavosti bylo zjišťováno na přístroji tzv. UMAK, který je k dispozici na katedře textilních materiálů na TUL (Obr.17). Z bavlněného a Lyocellového materiálu byly odstřiženy vzorky 2x5 cm po osnově a po útku. Vzorky byly smočeny v roztoku 2. a po určitý čas zatíženy závažím o hmotnosti 1 kg po určený čas a poté byly nechány 5 minut zotavovány, po této době se změnil jejich úhel zotavení. Měření bylo prováděno dvakrát a následně byly hodnoty zprůměrovány.



Obr.18 Přístroj na měření úhlu zotavení

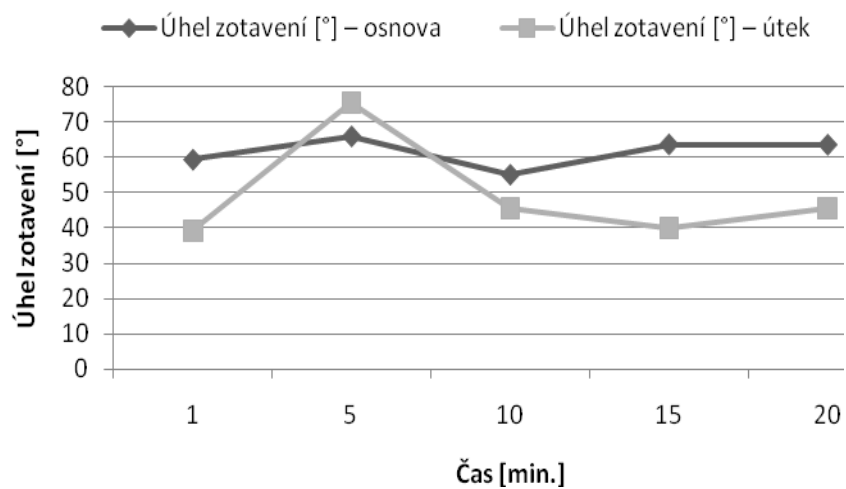
### 7.5.1 Mačkovost bavlny I. a Lyocellu

Pro zajímavost byla měřena i mačkovost vzorků bavlny I. a Lyocellu, které byly smočeny v roztoku 2 a poté zatíženy závažím o hmotnosti 1 kg. Nechalo se působit po určený čas, poté se zdvihlo závaží a vzorky se nechaly 5 min. zotavit. Poté se naměřil úhel zotavení zobrazený v Tab.13

Tab.14 Úhel zotavení vzorků bavlny I.

Čas [min]	Úhel zotavení [°] – osnova	Úhel zotavení [°] – útek
1	59,4	39,3
5	65,9	75,6
10	55,2	45,8
15	63,7	40,1
20	63,6	45,8

## Úhel zotavení bavlny I.

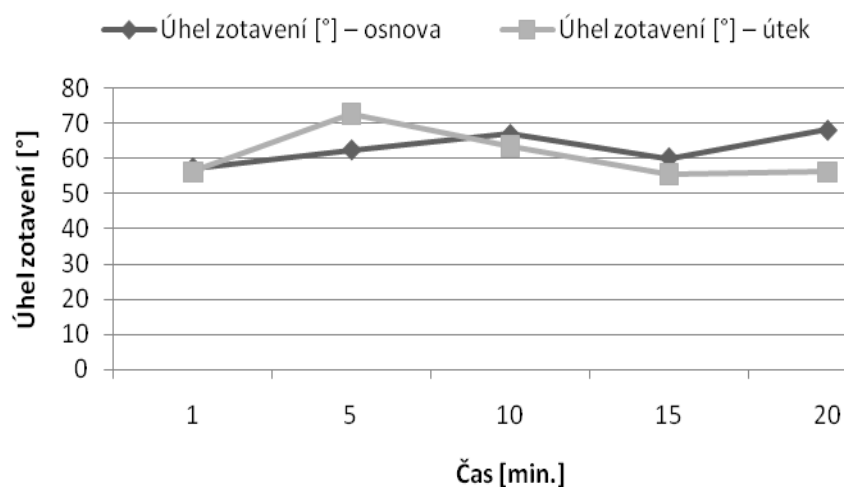


Graf 10: Úhel zotavení měřených vzorků bavlny I.

Tab.15 Úhel zotavení vzorků Lyocellu

Čas [min]	Úhel zotavení [°] – osnova	Úhel zotavení [°] – útek
1	57,3	56,2
5	62,5	72,8
10	67	63,6
15	60,2	55,6
20	68,2	56,2

## Úhel zotavení Lyocellu



Graf 11: Úhel zotavení měřených vzorků Lyocellu

### 7.5.1.1 Vyhodnocení výsledků

Oba vybrané materiály měly nejvyšší hodnoty po 5 min. U úhlu zotavení ve směru osnovy, docházelo k nárůstu a poté hodnoty klesly. Hodnoty ve směru osnovy byly rovnoměrné. Ve směru útku došlo k prudkému nárůstu a poklesu.

## 8 Závěr

V teoretické části jsou charakterizovány vlastnosti plošných textilií z přírodního materiálu a plošných textilií vyrobených chemicky za použití přírodních polymerů. Jejich struktura a další vlastnosti jsou důležité pro řešení otázky týkající se údržby plošných textilií. Je zde popsán bližší princip praní a sušení. Při praní dochází k mnoha vlivům, které působí na textilní materiál a ten je namáhán velkým množstvím mechanických sil. Při vlastním praní je velice důležité chování materiálu v roztoku (vody), materiál zbobtná velice rychle, a tím snadněji pronikají chemické složky až k vláknům. Obsah těchto složek obsahuje každý prací prostředek a jejich popis by měl být na každém obalu pracích prostředků.

V experimentální části byly měřeny tloušťky plošných textilií před smáčecím procesem v různých druzích roztoků (změna času, teploty, pH a koncentrace NaCl), ihned po smočení a následně po jejich usušení. Z těchto výsledků vyplývá, že na průběh bobtnání plošné textilie má vliv teplota. S vyšší teplotou stoupá proces bobtnání. S teplotou také souvisí srážení plošné textilie po směru osnovy a útku. Jak je již známo, čím vyšší teplota, tím se plošná textilie více srazí, a při tomto měření se nejvíce srazila tkanina po osnově, útek tkaniny byl v tomto procesu odolnější.

Změnou pH roztoku bylo zjištěno, že bobtnání tkaniny bylo mírnější než u pH vody (7,7). Lze tedy říci, že pH vody, které se změní přidáním pracího prostředku, sníží zbobtnání tkaniny a je pro prací proces důležitou složkou.

Při různých koncentracích NaCl, v různých časech působení roztoku na textilní materiál bylo zjištěno, že při nižších koncentracích působí NaCl nejvíce. Po 10 min. došlo u koncentrace 1 g/l NaCl k nejvyššímu působení na tloušťku materiálu. Při vyšších časech nemá působení NaCl vliv.

Působením těchto druhů roztoků byly plošné textilie podrobeny zbobtnání. Po usušení vzorků však nedošlo k jejich vrácení do původního stavu.

Při měření sráživosti vzorků ve směru osnovy a útku bavlny a Lyocellu, došlo ke srážení ve směru osnovy, ale ve směru útku byl proces opačný, tedy došlo k natažení ve směru útku u bavlny. Ve směru útku u Lyocellu byly změny nepatrné nebo žádné.

U měření mačkavosti byl zvolen způsob měření úhlu zotavení namočených vzorků v roztoku 1. Bylo zjištěno, že oba vybrané materiály měly nejvyšší hodnoty po 5 min., ale Lyocell je méně náchylný k deformacím než bavlněný materiál. Tato deformace spíše působila ve směru útku.

K naměření mačkavosti u mokrých vzorků by bylo výhodnější zvolit jiný způsob k porovnání. Tento způsob měření mačkavosti nebyl optimální, ač zajímavý. Proto bych doporučila se tímto tématem zabývat v dalších pracích.

Zvolený způsob údržby plošných textilií je závislý na chemickém složení a druhu zvolené konečné úpravy textilie. Je třeba dbát na symboly, které jsou uvedeny pro údržbu a ošetření textilního materiálu, aby nedocházelo k porušení struktury a vlastností textilie. Dále je třeba dbát na přesné dávkování a způsob použití pracího prostředku.

Tyto pokyny jsou uvedeny na obalu či etiketě pracího prostředku

Zvýšením dávkování nedosáhneme lepších výsledků, ale naopak se působení všech složek sníží.



## 9 Seznam použité literatury

- [1] Militký,J.: Textilní vlákna,TU Liberec, 2005
- [2] Militký,J.: Vlastnosti vláken (<https://skripta.ft.tul.cz/databaze/>), Čerpáno: 12.12.2010
- [3] Neckář,B.: Morfologie a strukturní mechanika obecných vlákenných útvarů (<https://skripta.ft.tul.cz/databaze/>), Čerpáno: 10.12.2010
- [4] Neckář,B.: Struktura a vlastnosti textilií, (<https://skripta.ft.tul.cz/databaze/>), Čerpáno: 10.12.2010
- [5] Kovář,R.: Struktura a vlastnosti plošných textilií, (<https://skripta.ft.tul.cz/databaze/>), Čerpáno: 10.12.2010
- [6] Kovačič,V.: Kapitoly z textilního zkušebnictví, TU Liberec, 2004
- [7] Kovačič,V.: Zkoušení textilií I., (<https://skripta.ft.tul.cz/databaze/>), Čerpáno: 10.12.2010
- [8] Kovačič,V.: Zkoušení textilií II., (<https://skripta.ft.tul.cz/databaze/>), Čerpáno: 10.12.2010
- [9] Fléglová,Z.: Zpracovatelské a užité vlastnosti materiálů (<https://skripta.ft.tul.cz/databaze/>), Čerpáno: 13.12.2010
- [10] Viková,M.: Textilní fyzika (přednášky), Čerpáno 24.11.2010
- [11] Pařilová,H., Staněk,J.: Textilní zbožíznalství, Část 1.: Vlákenné suroviny, nitě, tkaniny, TU, Liberec 1996
- [12] Hladík,V. a kolektiv: Textilní vlákna, SNTL, Praha, 1970
- [13] Machaňová,D.: Předúprava textilií I, skriptum TU, Liberec, 2008, ISBN 80-7083-971-6

[14] A Dissertation submitted, 2004, Song Jun DOH

A study on the effects of textile processing on tensile properties of single cotton fibers-from raw cotton to washed garments, Čerpáno: 18.10.2010

[15] The Marco galleria a cyberwonderland of polymer fun, Polymer Science leasing centre, Čerpáno: 18.10.2010

[16] Diplomová práce, 2010, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Bc. Kateřina Vacková, Čerpáno: 13.12.2010

[17] Internetový zdroj [www.wikipedia.cz](http://www.wikipedia.cz)

[18] Obrázky získané na TUL, Fakulta textilní, vlastní práce na elektronovém mikroskopu, KTM, použití elektronového mikroskopu [10]

[19] Bakalářská práce, 2010, Lucie Bejrová, Masarykova univerzita, Brno, Čerpáno:18.12.2010

[20] University of Wisconsin-Madison, G.I. Mantains, R.A. Young and R.M. Rowell – Swelling of compressed cellulose fiber webs in organic liquids, 1995, Čerpáno: 19.10.2010

[21] Výroba textilií, vazby (internetový zdroj <http://curiavitkov.cz/prace34.html>), Čerpáno: 13.12.2010

[22] Sameii,N., SM mortazavi, AS Rašidí a S. Sheikzadah-Najar, 2008, Čerpáno: 15.10.2010

[23] Bavlna, odolnost vůči chemikáliím, University of Missouri, Columbia, Katedra textilní a oděvní management, 2008,Čerpáno: 14.12.2010

[24] Bavlněné vlákno, Raghavendra R. Hegde, Atul Dahiya, MG KAMATH, 2004, Čerpáno: 12.12.2010

[25] Mercerace-definice (internetový zdroj [www.textileglossary.com](http://www.textileglossary.com)), Čerpáno: 12.12.2010

[26] Zkratky vlákných polymerů (Upraveno podle BISFA 2000,BISFA+ISO 1043,EU 71/307/EEC, COMITEXTIL a DIN 60 001)

## **10 Seznam obrázků**

- Obr.1 Strukturní vzorec celulózy
- Obr.2 Bavlník
- Obr.3 Příčný řez bavlny
- Obr.4 Podélný pohled bavlny
- Obr.5 Len
- Obr.6 Příčný řez lnu
- Obr.7 Podélný pohled lnu
- Obr.8 Příčný řez viskózy
- Obr.9 Podélný pohled viskózy
- Obr.10 Příčný řez Lyocellu
- Obr.11 Podélný pohled Lyocellu
- Obr.12 Plátňová vazby
- Obr.13 Keprová vazba - osnovní
- Obr.14 Keprová vazba - útková
- Obr.15 Atlasová vazba
- Obr.16 pH metr
- Obr.17 Tloušťkoměr
- Obr.18 Přístroj na měření úhlu zotavení

## **11 Seznam tabulek**

Tab.1: Druhy vzorků

Tab.2: Plošná hmotnost měřených vzorků

Tab.3: Dostava měřených vzorků

Tab.4: Tloušťka původních vzorků

Tab.5: Tloušťka měřených vzorků v roztoku 1

Tab.6: Tloušťka měřených vzorků v roztoku 2

Tab.7: Tloušťka měřených vzorků v roztoku 3

Tab.8: Tloušťka měřených vzorků v různých časech

Tab.9: Tloušťka měřených vzorků při různých koncentracích NaCl

Tab.10: Tloušťka měřených vzorků při různých koncentracích NaCl

Tab.11: Tloušťka měřených vzorků původních a po usušení

Tab.12: Měření sráživosti mokrých vzorků bavlny I.

Tab.13: Měření sráživosti mokrých vzorků Lyocellu

Tab.14: Úhel zotavení vzorků bavlny I.

Tab.15: Úhel zotavení vzorků Lyocellu

## **12 Seznam grafů**

- Graf 1: Porovnání tloušťky měřených vzorků z roztoku 1
- Graf 2: Porovnání tloušťky měřených vzorků z roztoku 2
- Graf 3: Porovnání tloušťky měřených vzorků z roztoku 3
- Graf 4: Tloušťka měřených vzorků v různých časech
- Graf 5: Tloušťka měřených vzorků bavlny I.
- Graf 6: Tloušťka měřených vzorků Lyocellu
- Graf 7: Tloušťka původních vzorků a vzorků po usušení
- Graf 8: Srážení bavlny I. za mokra
- Graf 9: Srážení Lyocellu za mokra
- Graf 10: Úhel zotavení měřených vzorků bavlny I.
- Graf 11: Úhel zotavení měřených vzorků Lyocellu

## Použité vzorky